

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП ВО
профессор Н.К. Кондрашева

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по
образовательной деятельности
доцент Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	18.03.01 Химическая технология
Направленность (профиль):	Химическая технология неорганических веществ
Квалификация выпускника:	бакалавр
Форма обучения:	очная
Составитель:	д.т.н. Черемисина О.В.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Коллоидная химия» составлена:

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», утверждённого приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 922 от 7 августа 2020 г.

– на основании учебного плана по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология, направленности (профилю) «Химическая технология неорганических веществ».

Составитель: _____ д.т.н., проф. О.В. Черемисина

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химических технологий и переработки энергоносителей от 15 февраля 2022г., протокол № 16.

Заведующий кафедрой ХТПЭ _____ Н.К. Кондрашева

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины

- формирование у студентов навыков работы с коллоидными системами, умения управлять коллоидно-химическими реакциями, грамотно использовать физико-химические методы при решении задач профессиональной деятельности в пределах своих полномочий;
- приобретение базовых теоретических знаний в области физико-химического описания и моделирования химико-технологических процессов, предусматривающих обращение с дисперсными системами и использование поверхностных явлений;
- обеспечение подготовки студентов к изучению смежных и специальных дисциплин; формирование практических навыков применения теоретических основ и практических методов исследования и решения профессиональных задач, связанных с выполнением инженерно-химических расчетов коллоидных систем химико-технологических процессов.

Основные задачи дисциплины

- получение базовых теоретических основ, общих законов и закономерностей, определяющих свойства и устойчивость дисперсных систем, поверхностных явлений;
- формирование представлений о поверхностных явлениях и свойствах адсорбционных слоев; условиям получения и разрушения дисперсных систем;
- обучение самостоятельному управлению устойчивости коллоидных систем и знакомство с методами разрушения дисперсных систем;
- ознакомление с особенностями структурообразования и физико-химической механикой дисперсных систем;
- изучение физико-химических закономерностей отдельных классов коллоидных систем: суспензий, зольей, эмульсий, ПАВ и высокомолекулярных соединений;
- приобретение навыков практического применения полученных знаний для определения условий образования и разрушения дисперсных систем, прогнозирования протекания процессов сорбции, электрокинетических явлений;
- развитие мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области технологии обеспечения безопасной и эффективной реализации технологий переработки минерального сырья.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Коллоидная химия» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», направленность (профиль) «Химическая технология неорганических веществ» и изучается в 5 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Коллоидная химия» являются: математика, физика, общая и неорганическая химия.

Дисциплина «Коллоидная химия» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Общая химическая технология (6 семестр); Химическая технология неорганических веществ (6 и 7 семестр), Инструментальные методы химического анализа в химической технологии природных энергоносителей (6 семестр), Современные представления о нефтяных дисперсных системах (6 семестр), Организация научных исследований в химической технологии природных энергоносителей и углеродных материалов (8 семестр).

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Коллоидная химия» направлен на формирование следующих компетенций.

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1	<p>ОПК-1.1. Знает теоретические основы общих закономерностей протекания химических реакций; основы химической термодинамики и кинетики; основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния; закономерности строения органических соединений; строение вещества, природу химической связи в различных классах химических соединений; механизмы протекания химических реакций; природу межмолекулярного взаимодействия</p> <p>ОПК-1.2. Умеет анализировать химические элементы и их соединения; использовать методы расчета химико-технологических процессов; определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ, использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения неорганической химии для решения профессиональных задач; применить методы идентификации органического соединения, провести качественный и количественный анализ органического соединения; оценивать свойства простых веществ и их соединений, реакционную способность веществ на основе сведений об атомно-молекулярном строении, природе и свойствах химической связи</p> <p>ОПК-1.3. Владеет навыками применения в практической деятельности законов естественнонаучных дисциплин; навыками расчета основных показателей процессов, протекающих в химических агрегатах, навыками установления структуры органических соединений; методами вычисления тепловых эффектов и констант равновесия химических реакций при заданной температуре и определения констант скорости реакций по результатам эксперимента</p>

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен использовать математические, физические, физико-химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2	<p>ОПК-2.1. Знает методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и физико-химических моделей; методы проведения и планирования физических и химических экспериментов</p> <p>ОПК-2.2. Умеет применять методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности; планировать и проводить физические и химические эксперименты, анализировать и выполнять обработку, полученных результатов, оценивать погрешности</p> <p>ОПК-2.3. Владеет методами анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; навыками применения инновационных нефтегазовых технологий и информационно-компьютерных средств; способами статистической обработки результатов</p>

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет **2** зачётные единицы, **72** ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		5
Аудиторные занятия, в том числе	34	34
Лекции	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	17
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	38	38
Подготовка к лабораторным работам	38	38
Вид промежуточной аттестации - зачет	3	3
Общая трудоемкость дисциплины		
	ак. час.	72
	зач. ед.	2

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
1.	Раздел 1. «Классификация, молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем»	12	2	–	2	8
2.	Раздел 2. «Термодинамика дисперсных систем»	14	4	–	2	8
3.	Раздел 3. «Адсорбция»	16	4	–	4	8
4.	Раздел 4. «Электрокинетические явления»	14	4	–	2	8
5.	Раздел 5. «Устойчивость дисперсных систем»	16	3	–	7	6
	Итого:	72	17	–	17	38

4.2.2 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Классификация, молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем	История развития коллоидной химии. Предмет и задачи коллоидной химии. Классификация дисперсных систем по степени дисперсности, по фазовому составу и по лиофильным свойствам. Классификация поверхностных явлений. Свободнодисперсные и связнодисперсные системы. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Диффузия. Уравнение Эйнштейна-Смолуховского. Оптические свойства дисперсных систем. Эффект Тиндаля. Уравнение Рэлея.	2
2	Термодинамика дисперсных систем	Общие термодинамические параметры поверхностного слоя. Свойства поверхностей жидких и твердых тел. Два способа описания термодинамики поверхностных явлений: метод «слоя конечной толщины» и метод избыточных величин Гиббса. Поверхностная энергия в общем уравнении I и II начал термодинамики. Поверхностное натяжение, его измерение и зависимость от температуры. Уравнение Этвеша. Смачивание. Адгезия, смачивание и растекание жидкостей. Адгезия и когезия. Природа сил взаимодействия при адгезии. Урав-	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		нение Дюпре для работы адгезии. Угол смачивания (краевой угол) и закон Юнга. Связь работы адгезии с краевым углом (уравнение Дюпре-Юнга). Лиофильность и лиофобность поверхностей. Краевые углы на границе двух жидкостей с твердым телом. Оценка работы адгезии при краевом угле, равном нулю. Измерение краевого угла. Статические углы натекания и оттекания. Учет шероховатости поверхности при смачивании. Дифференциальная и интегральная теплоты смачивания. Условие растекание жидкостей.	
3	Адсорбция	Определение величины адсорбции. Величина полной и избыточной (Гиббсовской) адсорбции. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса- связь поверхностного натяжения с химическим потенциалом. Адсорбция на поверхности раздела фаз жидкость/газ. Изотерма адсорбции Гиббса. Поверхностная активность веществ. Строение поверхностного слоя. Правило Дюкло – Траубе. Энергетические параметры адсорбции: интегральная и дифференциальная (адсорбционный потенциал) работы адсорбции, интегральное, дифференциальное изменение энтропии и энтальпии (теплоты) адсорбции. Изотерма адсорбции Лэнгмюра. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ, уравнение Шишковского. Адсорбция газов. Изотерма полимолекулярной адсорбции БЭТ. Определение удельной поверхности сыпучих материалов. Адсорбция ионов. Образование и строение двойного электрического слоя. Ионнообменная адсорбция.	4
4	Электрокинетические явления	Соотношение между электрическим потенциалом и поверхностным натяжением. Электрокинетический потенциал, его зависимость от ионной силы раствора. Механизм образования двойного электрического слоя (ДЭС). Изоэлектрическая точка. Электрический потенциал и Гиббсовская адсорбция ионов. Толщина ДЭС и влияние на нее различных факторов. Емкость ДЭС. Основные положения теории Штерна. Учет специфической адсорбции ионов по Штерну. Перезарядка поверхности. Природа соприкасающихся фаз и строение мицеллы. Электрокинетические явления: электроосмос, электрофорез, потенциалы течения и седиментации. Определение величины электрокинетического потенциала.	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
5	Дисперсность и термодинамические свойства тел.	Влияние дисперсности на растворимость, константу равновесия химической реакции. Влияние дисперсности на температуру фазового перехода. Использование изменений термодинамических свойств тел от их дисперсности в технике и химической технологии. Седиментационная устойчивость дисперсных систем. Уравнение седиментационного равновесия и седиментационный анализ. Расчет предельного размера частиц, устойчивых к оседанию, на основе сочетания уравнений седиментационного равновесия и Эйнштейна – Смолуховского. Агрегативная устойчивость, коагуляция и коалесценция. Электростатический и адсорбционно-сольватный барьеры коагуляции. Действие коагулянтов, уравнение Дерягина. Флоккуляция. Мицеллообразование. Пептизация осадков. Энергетика диспергирования и образования новых фаз. Диспергирование и конденсация – способы получения дисперсных систем. Диспергирование в химической технологии. Методы диспергирования. Прочность материалов и дефекты структуры. Адсорбционное понижение прочности тел.	3
ИТОГО:			17

4.2.3. Практические (семинарские) занятия

Практические занятия не предусмотрены.

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Определение размеров частиц дисперсных систем турбидиметрическим методом	2
2.	Раздел 2.	Исследование поверхности раздела фаз: раствор ПАВ - воздух	2
3.	Раздел 3.	Исследование молекулярной адсорбции растворенного вещества из растворов на активированном угле	2
		Исследование обменной адсорбции ионов	2
4.	Раздел 4.	Получение лиофобных золь	2
5.	Раздел 5.	Определение порога коагуляции визуальным методом	3
		Изучение коагуляции гидрозоля железа	2
		Определение критической концентрации мицеллообразования	2
ИТОГО:			17

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Лабораторные занятия составляют основу практической подготовки обучающихся.

Цели лабораторных занятий:

- развить навыки самостоятельной работы и применения теоретических знаний для решения практических задач;

- приобрести навыки обработки различных видов информации в том числе с использованием компьютерной техники;

- углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

- обеспечить живое, творческое обсуждение учебного материала в форме дискуссии, обмена мнениями по рассматриваемым вопросам.

Консультации являются одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Классификация, молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем

1. Что изучает коллоидная химия, и какие признаки ее объектов существуют?
2. По каким признакам классифицируют объекты коллоидной химии? Приведите примеры дисперсных систем.
3. Что является мерой гетерогенности и степени раздробленности дисперсных систем?
4. Чем обусловлено светорассеяние в дисперсных системах и в истинных растворах?
5. Каким образом можно из лиофобного золь получить лиофильный золь?

Раздел 2. Термодинамика дисперсных систем

1. Какой алгоритм действий необходим для экспериментального определения площади поперечного сечения функциональной группы, входящей в состав молекулы поверхностно-активного вещества?
2. Какие экспериментальные данные следует получить для определения длины углеводородного радикала молекулы поверхностно-активного вещества?
3. Как связаны понятия когезия, адгезия и смачивание?
4. Какое уравнение описывает капиллярные явления?
5. Какое явление называют капиллярной конденсацией?

Раздел 3. Адсорбция

1. Как сила межмолекулярного взаимодействия влияет на величину молекулярной адсорбции?
2. Какие экспериментальные данные следует иметь в наличии для установления значения константы равновесия процесса адсорбции?
3. Какова зависимость адсорбции от температуры?
4. Какова должна быть последовательность действий для экспериментального определения лимитирующей стадии адсорбции на поверхности раздела жидкой и твердой фазы?
5. Какие характеристики сорбента получают на основании изучения выходной кривой?

Раздел 4. Электрокинетические явления

1. Каковы возможные причины возникновения двойного электрического слоя на межфазной поверхности?
2. Чем определяется толщина плотной и диффузной части двойного электрического слоя?
3. Перечислите электрокинетические явления и объясните, чем они обусловлены.
4. Что называют электрокинетическим потенциалом? Какие факторы на него влияют?
5. Привести примеры использования явлений электроосмоса и электрофореза в химической технологии.

Раздел 5. Устойчивость дисперсных систем

1. По какому признаку дисперсные системы делят на лиофобные и лиофильные?
2. Как происходит формирование частиц дисперсной фазы в лиофильных системах?
3. Каково практическое применение метода флокуляции в химических технологиях?
4. Какое явление называют солюбилизацией и чем оно обусловлено?
5. Каковы особенности растворения полимеров? Какой процесс называют набуханием?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачета)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к зачету

1. Образование оксидов азота и серы при сжигании различных видов топлива приводит к возникновению кислотных дождей. Какими методами проводят очистку отходящих газов от оксидов серы и азота для снижения вероятности образования таких осадков. Ответ обоснуйте.
2. Расскажите о методах, используемых для определения поверхностного натяжения жидкостей и твердых тел.
3. На чем основано каталитическое дожигание загрязняющих остатков топлива на специальных катализаторах?
4. На каком явлении основан процесс создания искусственных дождей? Какими способами можно подавить вызревание искусственных осадков?
5. Выявите зависимость энергетических параметров поверхности от температуры.
6. Что называется адсорбцией и как количественно ее характеризуют?

7. Приведите фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса и дайте определение избыточной адсорбции.
8. Что такое поверхностная активность? Какими свойствами обладают поверхностно-активные вещества?
9. Адгезия и смачивание. Параметры, используемые для их количественной характеристики.
10. Выявите влияние межмолекулярных взаимодействий в конденсированных фазах на смачивание и адгезию.
11. Способы модифицирования поверхности с целью изменения ее смачиваемости. Гидрофильные и гидрофобные поверхности.
12. Какая математическая запись является уравнением Дюпре?
13. Как соотносится со значением «нуль» величина косинуса краевого угла при помещении капли воды на гидрофильную поверхность?
14. Над поверхностью какой формы давление пара жидкости выше?
15. Какая математическая формулы является уравнением Лапласа–Юнга для поверхности типа сфера?
20. В какой концентрационной области справедлива изотерма адсорбции Генри?
21. Как влияет рост температуры процесса на величину адсорбции?
22. От каких параметров молекулы зависит величина предельной адсорбции?
23. Какова формулировка правила Дюкло-Траубе?
24. Какая математическая запись является уравнением Шишковского?
25. Какая математическая формула описывает уравнение Никольского?
26. Интегральная и дифференциальная теплоты смачивания. Методы их определения.
27. Как влияет кривизна поверхности и природа жидкости на ее внутреннее давление? Проанализируйте причины поднятия или опускания жидкостей в капилляре.
28. Взаимосвязь дисперсности вещества и его реакционной способности; влияние дисперсности на давление пара, растворимость, константу равновесия химических реакций.
29. Почему в капиллярах конденсация пара может происходить при более низких давлениях, чем на плоских поверхностях? Следствия этого явления.
30. Взаимосвязь электрического потенциала поверхности и поверхностного натяжения.
31. Электрический потенциал и Гиббсовская адсорбция ионов. Уравнение электрокапиллярной кривой и потенциал точки нулевого заряда.
32. Взаимосвязь поверхностной энергии и равновесной формы тела. Почему при невесомости капли жидкости имеют сферическую форму?
33. В чем отличие гомогенного и гетерогенного зародышеобразования? Термодинамические условия образования новой фазы.
34. Обоснуйте возможность управления степенью дисперсности системы при регулировании скорости образования зародышей и их роста.
35. За счет каких сил осуществляется адсорбционное взаимодействие? В чем отличие физической адсорбции и хемосорбции?
36. Условия соблюдения закона Генри при адсорбции. Каков физический смысл константы Генри?
37. Физический смысл величин, входящих в уравнение Ленгмюра. Условия применимости этого уравнения.

38. Проясните связь, существующую между уравнениями Гиббса и Ленгмюра.
39. Что такое полная динамическая обменная емкость?
40. Какую функциональную группу содержит катионит средней силы?
41. Какие механизмы сорбция поверхностью кристалла принято выделять?
42. Чему равен заряд поверхности при изоэлектрической точке?
43. Каким уравнением связаны произведение растворимости и величина ИЭТ?
44. Где находится плоскость скольжения?
45. Где возникает электрокинетический потенциал?
46. Рассмотрите процесс обессоливания воды с помощью катионитов и анионитов на примере удаления солей $MgSO_4$ и $Ca(HCO_3)_2$.
47. Укажите физико-химические принципы хроматографического разделения. Как связана форма хроматографического пика с видом изотермы адсорбции.
48. Явление опалесценции. Уравнение Рэля и его анализ.
49. В чем отличие светорассеяния в дисперсных системах и истинных растворах? Параметры характеризующие рассеяние света в системе.
50. Какие оптические методы определения концентрации и дисперсности золь основаны на явлении светорассеяния?
51. Что называют критической концентрацией мицеллообразования? Методы определения ККМ?

6.2.2. Примерные тестовые задания к зачету

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
Вариант 1		
1.	Особые свойства дисперсных систем обусловлены:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ненасыщенностью связей в поверхностном слое 2. Малой удельной поверхностью 3. Агрегатным состоянием дисперсионной среды 4. Лиофильностью дисперсной фазы
2.	Истинные растворы имеют размер частиц	<ol style="list-style-type: none"> 1. Меньше 10^{-9} м 2. Больше 10^{-6} м 3. От 10^{-3} до 10^{-5} см 4. Меньше 10^{-7} см
3.	Поверхностный слой – это	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расстояние по обе стороны от поверхности раздела фаз, за пределами которого свойства фазы перестают отличаться от свойств объемных фаз 2. Поверхностный слой не имеет толщины 3. Поверхностный слой имеет толщину в несколько молекул 4. Поверхностный слой имеет толщину листа бумаги
4.	Для неполярных жидкостей зависимость поверхностного натяжения от температуры описывается формулой	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\sigma = \gamma\Delta T$ 2. $\sigma = \sigma_0 + \gamma\Delta T$ 3. $\sigma = \sigma_0\Delta T$ 4. $\sigma = \sigma_0 - \gamma\Delta T$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
5.	Условие самопроизвольности коагуляции	<ol style="list-style-type: none"> $\sigma ds_{1,2} - s_{1,2} d\sigma < 0$ $ds_{1,2} < 0$ $\sigma ds_{1,2} + d\sigma < 0$ $\sigma + s_{1,2} d\sigma < 0$
6.	Смачивание – это поверхностное явление, заключающееся во взаимодействии	<ol style="list-style-type: none"> Жидкости с газом Жидкости с твердой поверхностью Твердой поверхностью с газом Жидкости с твердой поверхностью при наличии контакта с газом
7.	Адсорбция – это	<ol style="list-style-type: none"> Несамопроизвольное изменение концентрации компонента в поверхностном слое по сравнению с его концентрацией в объеме Самопроизвольное появление компонента в объеме Самопроизвольное изменение концентрации компонента в поверхностном слое по сравнению с его концентрацией в объеме Самопроизвольное изменение концентрации компонента в объеме
8.	Предельная адсорбция для данного гомологического ряда не зависит от	<ol style="list-style-type: none"> Поверхностной активности Полярности молекулы Длины углеводородного радикала Строения функциональной группы
9.	Константа Лэнгмюра меньше единицы при адсорбции на угле	<ol style="list-style-type: none"> Бензола Катионов металлов Мыла Масла
10.	Уравнение изотермы БЭТ	<ol style="list-style-type: none"> $\Gamma = \Gamma_{\infty} \frac{KC}{1+KC}$ $\Gamma = -\frac{C}{RT} g$ $\Gamma = A_0 \frac{xC}{(1-x)^2}$ $\Gamma_i = -\frac{a_i}{RT} \left(\frac{\partial \sigma}{\partial a_i} \right)_{T,p}$
11.	Выходную кривую строят в координатах	<ol style="list-style-type: none"> $C-V$ $C_{aq}-C_{тв}$ $C_{aq}-C_{org}$ $D-C$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
12.	Коэффициент распределения определяется формулой	<ol style="list-style-type: none"> $K_C = \frac{q_i^T}{q_j^T} \cdot \frac{C_j}{C_i}$ $K_0 = \frac{a_{org}}{a_{aq}}$ $D = \frac{q_i^T}{Q^T}$ $K_C = \frac{q_i^T}{q_j^T}$
13.	Слабоосновные аниониты содержат в качестве функциональных групп	<ol style="list-style-type: none"> Силанольную Третичную аминогруппу Гидроксильную Сульфогруппу
14.	Ионообменную очистку газа от SO ₂ проводят с помощью	<ol style="list-style-type: none"> Анионита в ОН-форме Анионита в Cl-форме Сильнокислотного катионита Катионита в Na-форме
15.	Влияние температуры не проявляется в	<ol style="list-style-type: none"> Увеличении набухаемости ионита Степени диссоциации электролита Уменьшении набухаемости ионита Изменении степени сшивки
16.	Удалить из водного сильнокислого раствора сульфат цинка можно, используя	<ol style="list-style-type: none"> Сильный катионит+сильный анионит Сильный анионит+активированный уголь Активированный уголь+силикагель Силикагель+слабый анионит
17.	Константа ионного обмена – это	<ol style="list-style-type: none"> Соотношение активностей компонентов в сорбенте Соотношение величин адсорбции Отношение активности в растворе к величине адсорбции Отношение величины адсорбции к активности компонента в растворе
18.	Противоионы НЕ	<ol style="list-style-type: none"> Находятся в слое Штерна С поверхностью связаны адсорбционными силами Определяют заряд гранулы Создают плотный и диффузный слои
19.	При уменьшении концентрации золя происходит	<ol style="list-style-type: none"> Рост электрокинетического потенциала Уменьшение электрокинетического потенциала Перезарядка поверхности Исчезновение ДЭС

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
20.	Избыток флокулянта повышает устойчивость коллоида вследствие	1. Перезарядки поверхности частиц 2. Образования «мостиков» между частицами 3. Образования адсорбционно-сольватного барьера 4. Сверхэквивалентной адсорбции
Вариант 2		
1.	Лиофобный коллоид обладает следующим свойством	1. Дисперсная фаза смачивается жидкой средой 2. Образуется самопроизвольно 3. Образуется с понижением энергии Гиббса 4. Образуется несамопроизвольно
2.	Внутреннее давление зависит от	1. Плотности 2. Давления 3. Объема 4. Межмолекулярного взаимодействия
3.	Поверхностное натяжение характеризуется	1. Величину поверхностной энергии 2. Число капель, вытекающих из сталямометра 3. Толщину поверхностного слоя 4. Внутреннее давление
4.	Действие пенообразователей основано	1. На повышении капиллярного давления пузырьков газа 2. На повышении поверхностного натяжения жидкости 3. На понижении поверхностного натяжения жидкости 4. На гидрофиллизации поверхности раздела фаз жидкость – газ
5.	Работа когезии вычисляется по формуле	1. $w_k = 2\sigma_{ж/\Gamma}$ 2. $w_k = -2\sigma_{ж/\Gamma}$ 3. $w_k = 2+\sigma_{ж/\Gamma}$ 4. $w_k = \sigma_{ж/\Gamma}$
6.	При помещении капли жидкости на гидрофильную поверхность	1. Краевой угол больше 90° 2. Краевой угол меньше 90° 3. Краевой угол равен нулю 4. $\cos \theta > 0$
7.	Закон Генри	1. $\Gamma = -K_\Gamma C$ 2. $\Gamma = K_\Gamma C$ 3. $\Gamma = K_\Gamma - C$ 4. $\Gamma = K_\Gamma + C$
8.	При $x \ll 1$ изотерма БЭТ превращается в изотерму адсорбции	1. Генри 2. Ленгмюра 3. Поляни 4. Фрейндлиха

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
9.	Понижение поверхностного натяжения с ростом концентрации ПАВ усиливается	<ol style="list-style-type: none"> 1. При уменьшении константы Лэнгмюра 2. При понижении температуры 3. При повышении предельной адсорбции 4. С увеличением длины углеводородного радикала
10.	Изотерма адсорбции Гиббса для поверхности раздела фаз жидкость/газ представлена следующим уравнением	<ol style="list-style-type: none"> 1. $d\sigma = -\sum_i \Gamma_i d\mu_i$ 2. $\Gamma_i = -\frac{a_i}{RT} \left(\frac{\partial \sigma}{\partial a_i} \right)_{T,p}$ 3. $\Gamma = \Gamma_\infty \frac{Kc}{1 + Kc}$ 4. $\Gamma = \frac{c}{RT} \left(\frac{\partial \sigma}{\partial c} \right)_{T,p}$
11.	Полная динамическая обменная емкость это	<ol style="list-style-type: none"> 1. Число эквивалентов ионов, поглощенных 1 кг ионита до появления ионов на выходе из колонки 2. Число эквивалентов ионов, поглощенных 1 кг ионита до выравнивания концентрации раствора на входе и на выходе из колонки 3. Число молей ионов, поглощенных 1 кг ионита до появления ионов на выходе из колонки 4. Число молей ионов, поглощенных 1 кг ионита до “проскока” ионов через колонку
12.	ПДОЕ по выходной кривой рассчитывается по уравнению	<ol style="list-style-type: none"> 1. $ПДОЕ = \frac{CV}{mn}$ 2. $ПДОЕ = \frac{C_0 V_D}{m}$ 3. $ПДОЕ = \frac{C_0 V_M}{m}$ 4. $ПДОЕ = \frac{C_0 V_D}{B}$
13.	Катионит не содержит следующую функциональную группу	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фосфорильную 2. Сульфогруппу 3. Силанольную 4. Аминогруппу
14.	Разделить катионы металлов можно путем их предварительной адсорбции на	<ol style="list-style-type: none"> 1. Анионите 2. Активированном угле 3. Силикагеле 4. Катионите
15.	Ионообменную адсорбцию используют для извлечения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ионов металлов из водных растворов 2. Смеси органических веществ 3. Органических компонентов из грунтов 4. Смеси изомеров

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
16.	Сорбируемость увеличивается в ряду	1. Co – Ni – Cu – Zn 2. Cu – Ni – Co – Zn 3. Ni – Zn – Cu – Co 4. Zn – Cu – Ni – Co
17.	В слое Штерна на поверхности кальция CaCO ₃ из жесткой воды преимущественно адсорбируется	1. SO ₄ ²⁻ 2. Al ³⁺ 3. K ⁺ 4. HCO ₃ ⁻
18.	Электрокинетический потенциал возникает	1. На плоскости скольжения 2. На границе слоя противоионов и слоя потенциалопределяющих ионов 3. В области плотного слоя 4. В области потенциалопределяющих ионов
19.	Электрофорез – это	1. Перемещение жидкости относительно дисперсной фазы в электрическом поле 2. Перемещение дисперсной фазы в неподвижной среде под действием электрического поля 3. Возникновение потенциала при фильтровании раствора 4. Возникновение потенциала при оседании частиц дисперсной фазы
20.	Седиментационная устойчивость золя обусловлена тем, что	1. мала скорость диффузии частиц 2. мал электрокинетический потенциал частиц 3. скорость диффузии больше скорости оседания частиц 4. отсутствует двойной электрический слой
Вариант 3		
1.	Дисперсную систему «твердое – газ» называют:	1. Золь 2. Гель 3. Взвесь 4. Аэрозоль
2.	Величина поверхностной энергии зависит от	1. Работы против сил тяжести 2. Величины внутреннего давления 3. Внутреннего давления 4. Плотности
3.	Наибольшее поверхностное натяжение имеет следующая жидкость	1. Вода 2. Ацетон 3. Бензол 4. Ртуть
4.	К свойствам поверхностно активных веществ не относится	1. С ростом концентрации поверхностное натяжение растет 2. С ростом концентрации поверхностное натяжение падает 3. Способны к молекулярной адсорбции 4. $\partial\sigma/\partial C < 0$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
5.	Катионит средней силы содержит следующую функциональную группу	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фосфорильную 2. Сульфогруппу 3. Силанольную 4. Аминогруппу
6.	Работу адгезии необходимо затратить в равновесном изотермическом процессе для	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отрыва друг от друга двух конденсированных фаз по площади 1 м^2 2. Разрыва двух жидких фаз по поверхности раздела единичной площади 3. Отрыва 1 моля жидкой фазы от 1 моля твердой фазы 4. Оазрыва жидкой фазы по сечению площадью 1 м^2
7.	Косинус равновесного краевого угла при измерении считают равным	<ol style="list-style-type: none"> 1. Полусумме косинусов предельных углов оттекания и натекания 2. Сумме косинусов предельных углов оттекания и натекания 3. Произведению косинусов предельных углов оттекания и натекания 4. Отношению косинусов предельных углов оттекания и натекания
8.	Адсорбция по Гиббсу описывается уравнением	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\Gamma = -\frac{C}{RT} + g$ 2. $\Gamma = \frac{C}{RT} g$ 3. $\Gamma = -\frac{C}{RT} g$ 4. $\Gamma = -\frac{C}{RT} - g$
9.	Отклонения от закона Генри – из-за	<ol style="list-style-type: none"> 1. Взаимодействия молекул друг с другом и поверхностью сорбента 2. Только взаимодействия молекул друг с другом 3. Только взаимодействия молекул с поверхностью сорбента 4. Увеличения поверхностного натяжения
10.	Адсорбция на границе «газ-твёрдое» описывается уравнением Фрейндлиха	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\Gamma = \Gamma_{\infty} \frac{KC}{1 + KC}$ 2. $\Gamma = -\frac{C}{RT} g$ 3. $\Gamma = A_0 \frac{xC}{(1-x)^2}$ 4. $\Gamma = Kp^{1/n}$
11.	Регенерацию анионита проводят промывкой	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аммиаком 2. Серной кислотой 3. Щелочью 4. Водой

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
12.	У катионитов активной группой не является	1. $-\text{SO}_3\text{H}$ 2. $-\text{OH}$ 3. $-\text{NH}_2$ 4. Любая кислотная группа
13.	ДОЕ определяется как величина емкости, которую можно усредненно приписать сорбенту по результатам определения	1. Ёмкости смолы в конкретных условиях сорбции, измеренной в перемешиваемой системе 2. Объема профильтрованного через него раствора одного сорбируемого вещества определенной концентрации до его появления в фильтрате 3. ПДК 4. Число молей ионов, поглощенных 1 кг ионита до «проскока» ионов через колонку
14.	Медь из аммиачного раствора сульфата меди можно извлечь путем адсорбции на	1. Сильноосновном катионите 2. Сильнокислотном анионите 3. Слабокислотном анионите 4. Силикагеле
15.	По механизму поверхностной диссоциации протекает образование двойного электрического слоя на поверхности	1. Шеелита CaWO_4 2. Кальцита CaCO_3 3. Апатита $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 4. Сфалерита ZnS
16.	В уравнении $\text{ДОЕ} = \frac{C_0 V_D}{m} V_D$ это	1. Объем до проскока 2. Объем раствора, соответствующий половине исходной концентрации 3. Зависимость концентрации обменивающихся ионов в фильтрате после сорбции от объема пропущенного раствора 4. Эффективность применения данного ионита при проведении процесса сорбционного извлечения металлов в колонках
17.	Электрокинетический потенциал уменьшается	1. С ростом температуры 2. С ростом ионной силы раствора 3. С ростом концентрации одноименных с минералом ионов в растворе 4. С уменьшением диэлектрической постоянной среды
18.	Коллоидный раствор в отличие от истинного раствора	1. Мутный в проходящем свете 2. Опалесцирует в рассеянном свете 3. Опалесцирует в проходящем свете 4. Содержит частицы крупностью более микрона
19.	Уравнение седиментационного равновесия лежит в основе определения	1. Размера частиц 2. Предельной адсорбции 3. Константы Ленгмюра 4. Коагулирующей способности
20.	Правило Шульце-Гарди	1. $C_k = a/z$ 2. $C_k = -a/z^6$ 3. $C_k = a/z^6$ 4. $C_k = a+z^6$

6.2.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачета)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение не менее 85 % лекционных и лабораторных занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
Не зачтено	Посещение менее 50 % лекционных и лабораторных занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. Учебник. СПб.: «Лань». 2010. 416 с. <https://e.lanbook.com/book/4027>

2. Гельфман М.И. Коллоидная химия. Учебник / М.И. Гельфман, О.В. Ковалевич, В.П. Юстратов. СПб.: «Лань». 2017. 336 с. <https://e.lanbook.com/book/91307>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Яковлева А.А. Коллоидная химия. Учебное пособие для вузов. 2 издание, исправленное и дополненное. М.: «Юрайт». 2017. 2019 с. <https://www.biblio-online.ru/viewer/23DE9706-D989-4971-B9EE-FE191939881E#page/2>

2. Шукин Е.Д. Коллоидная химия. Учебник для академического бакалавриата. 7 издание, исправленное и дополненное / Е.Д. Шукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. М.: «Юрайт». 2017. 444 с. <https://www.biblio-online.ru/viewer/DAA9C0A4-CAC2-4226-9134-D0B7CBA3D2B7#page/2>

3. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. Учебник для вузов. 2 издание, переработанное и дополненное. Л.: «Химия». 1984. 368 с. http://www.studmed.ru/fridrihsberg-da-kurs-kolloidnoy-himiii_5cb10ebee55.html

4. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. Учебник для вузов. 2 издание, переработанное и дополненное. М.: «Химия». 1988(9). 464 с. http://www.studmed.ru/frolov-yug-kurs-kolloidnoy-himii-poverhnostnye-yavleniya-i-dispersnye-sistemy_826d735ece8.htm

5. Захарченко В.Н. Коллоидная химия. Учебник для вузов. 2 издание, переработанное и дополненное. М: «Высшая школа». 1989. 238 с. http://www.studmed.ru/zaharchenko-vn-kolloidnaya-himiya_e5c7bf89249.html

6. Зимон А.Д. Коллоидная химия. Учебник для вузов. 4-е издание, исправленное и дополненное. М.: «Агар». 2003. 318 с. http://www.studmed.ru/zimon-ad-fizicheskaya-himiya-uchebnik-dlya-vuzov_261fe4210a0.html

7. Липин А.Б., Воронин Н.Н. Коллоидная химия. Сборник задач. СПб., СПГГИ. 2002. 89 с. http://www.studmed.ru/voronin-nn-i-dr-kolloidnaya-himiya-sbornik-zadach_d0bee412f27.html

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

1. Коллоидная химия. Методические указания к лабораторным работам / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: О.В. Черемисина, Т.Е. Литвинова, Ю.А. Машукова. СПб, 2021. 48с.

2. Коллоидная химия. Методические указания к самостоятельной работе/ Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: О.В. Черемисина, Т.Е. Литвинова, В.В. Сергеев – СПб, 2019. – 23 с.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»; www.garant.ru

2. Справочно-поисковая система Консультант Плюс; www.consultant.ru/

3. Электронно-библиотечная система «Лань»; <https://e.lanbook.com/books>

4. Электронно-библиотечная система «Znanium.com»; <http://znanium.com>

5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»; <http://biblioclub.ru>

6. Электронно-библиотечная система «Библиокомплектатор»; <http://www.bibliocomplectator.ru>

7. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.

8. Термические константы веществ. Электронная база данных. <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>

9. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

10. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Оснащенность помещений для лабораторных работ

Лабораторный практикум выполняют в комплексной учебной лаборатории факультета переработки минерального сырья (Учебный центр № 1), оснащенной оборудованием, реактивами и лабораторными установками, необходимыми для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Коллоидная химия».

8.2. Помещения для самостоятельной работы

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) – 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стул – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

8.4. Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»).

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007).

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).