

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.О.23

Коллоидная химия

Учебный план: _____ ФГОС3++b180302-3_24-14.plx

Кафедра: 2 Физической и коллоидной химии

Направление подготовки: _____
(специальность) 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки: _____
(специализация) Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Лаб. занятия				
5	УП	34	34	40	36	4	Экзамен
	РПД	34	34	40	36	4	
Итого	УП	34	34	40	36	4	
	РПД	34	34	40	36	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утвержденным приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 923

Составитель (и):

Доктор технических наук, заведующий кафедрой

Кандидат химических наук, доцент

ассистент

Липин В.А.

Демьянцева Е.Ю.

Петрова Ю.А.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой физической и коллоидной химии

Липин В.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Шанова О.А.

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Дать основные теоретические представления о поверхностных явлениях и дисперсных системах, показав их роль в природе и в различных отраслях промышленности.

Формирование творческого мышления, объединение фундаментальных знаний основных законов и методов проведения исследований, с последующей обработкой и анализом результатов исследований.

Формирование навыков самостоятельного проведения теоретических и экспериментальных исследований.

1.2 Задачи дисциплины:

Научить понимать теоретические положения коллоидной химии поверхностных явлений и дисперсных систем и их роль в различных явлениях живой и неживой природы и человеческой деятельности. Заложить основы коллоидно-химических знаний для понимания теоретических и практических основ специальных дисциплин.

Научить грамотно управлять процессами очистки газовых выбросов и сточных вод и оптимизации соответствующих технологических процессов.

Раскрыть принципы теоретических и экспериментальных методов для решения практических задач профессиональной направленности.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Физическая химия

Общая и неорганическая химия

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-1: 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
Знать: основные законы и соотношения термодинамики поверхностных явлений, основные свойства дисперсных систем, основные методы исследования поверхностных явлений и дисперсных систем
Уметь: проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и расчеты основных характеристик дисперсных систем.
Владеть: навыками распознавания дисперсной системы и анализа поверхностных процессов
ОПК-2: Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности
Знать: основные понятия и определения коллоидной химии, признаки объектов коллоидной химии, важнейшие для дисперсных систем поверхностные явления.
Уметь: выполнять расчеты основных характеристик дисперсных систем, использовать основные соотношения термодинамики для характеристики степени устойчивости дисперсной системы.
Владеть: методами синтеза дисперсных систем и оценки их устойчивости, проведения дисперсного анализа и анализа поверхностных процессов.

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Поверхностные явления и адсорбция	5				Ко,Л
Тема 1. Дисперсные системы. Дисперсная система. Дисперсионная среда. Коллоидные растворы и их особенности. Различия истинных и коллоидных растворов. Количественные характеристики и классификация дисперсных систем. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение. Зависимость поверхностного натяжения от температуры. Самопроизвольные процессы в поверхностном слое. Адсорбция. Количественные характеристики адсорбции.		2			
Тема 2. Адсорбция на границе «жидкий раствор-газ». Особенности системы. Зависимость поверхностного натяжения от природы и концентрации растворенного вещества. ПИВ.ПАВ.ПНВ. Уравнение адсорбции Гиббса. Построение изотермы адсорбции Гиббса. Поверхностная активность. Правило Дюкло-Траубе. Лабораторная работа: Определение поверхностного натяжения методом наибольшего давления пузырьков воздуха		4	6	8	
Тема 3. Уравнения, связывающие поверхностное натяжение водных растворов ПАВ с их концентрацией. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Особенности адсорбции газа или пара на твердом адсорбенте. Параметры, от которых зависит величина адсорбции газа на твердом адсорбенте. Теория полимолекулярной адсорбции. Теория БЭТ.		4			
Раздел 2. Устойчивость и коагуляция коллоидных систем					Л,Ко
Тема 4. Капиллярная конденсация. Уравнение Томсона-Кельвина. Устойчивость коллоидных систем. Зависимость адсорбции газов от свойств адсорбента. Пористость. Пористые и непористые адсорбенты. Цеолиты. Адсорбция на границе раздела «твердое тело-жидкость». Молекулярная адсорбция из растворов. Факторы, влияющие на молекулярную адсорбцию. Лабораторная работа: Адсорбция уксусной кислоты углём		4	6	8	

Тема 5. Зависимость молекулярной адсорбции от равновесной концентрации адсорбтива. Влияние на молекулярную адсорбцию природы растворителя, природы адсорбента и адсорбтива. Факторы, влияющие на ионную адсорбцию из растворов на границе раздела «твердое тело-жидкость».		4			
Раздел 3. Получение и свойства коллоидных систем					
Тема 6. Иониты. Классификация ионитов. Смачивание. Краевой угол смачивания. Гидрофильные и гидрофобные поверхности. Уравнение Юнга. Явление смачивания и капиллярные явления. Уравнение Дюпре – Юнга. Адгезия. Лабораторная работа: Исследование процесса набухания целлюлозы		4	6	4	
Тема 7. Физические методы получения дисперсных систем. Химические методы получения дисперсных систем. Пептизация. Методы очистки коллоидных растворов и их принципы. Лабораторная работа: Определение порога коагуляции		4	6	8	
Тема 8. Оптические свойства коллоидных систем. Рассеяние света. Уравнение Бугера - Ламберта – Бера и его практическое применение. Опалесценция. Поглощение света и окраска золей. Уравнение Рэлея и его практическое применение. Мутность. Оптические методы исследования коллоидных растворов. Лабораторная работа: Определение размеров частиц дисперсных систем		4	6	4	Л
Тема 9. Граница скольжения. Факторы, от которых зависит дзета-потенциал. Методы определения дзета-потенциала. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Седиментационно-диффузионное равновесие. Уравнение Стокса. Кинетика коагуляции электролитами. Теория ДЛФО. Лабораторная работа: Измерение электрокинетического дзета-потенциала и определение знака заряда коллоидных частиц методом электрофореза		4	4	8	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		34	34	40	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		33,5	
Всего контактная работа и СР по дисциплине		70,5		73,5	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

5.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ОПК-1	1. Имеет представление о базовых законах коллоидной химии, поверхностных явлениях, свойствах дисперсных систем и методах их исследования основные методы исследования поверхностных явлений и дисперсных систем 2. Использует основные законы и закономерности коллоидной химии для проведения расчетов основных характеристик коллоидных систем. 3. Демонстрирует навыки анализа поверхностных явлений, происходящих на границах раздела фаз дисперсных систем
ОПК-2	1. Дает определения основным понятиям и терминам коллоидной химии и явлений, происходящих на границах раздела фаз дисперсных систем 2. Выполняет расчеты основных характеристик и параметров коллоидных систем для определения их степени устойчивости 3. Осуществляет подбор методик получения коллоидных систем и определения их основных характеристик и свойств

5.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных законов коллоидной химии, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных законов коллоидной химии и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала. Задание выполнено верно	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей величин коллоидной химии. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать, выполняет все задания, предусмотренные формами контроля. Задание выполнено верно
4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний основных законов коллоидной химии, ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя. Задание выполнено с незначительными замечаниями	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей величин коллоидной химии. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи, получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией. Задание выполнено с незначительными замечаниями
3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме; может сформулировать законы коллоидной химии, понятия и определения, но при этом, допуская большое количество принципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя. Задание выполнено полностью, но с многочисленными существенными ошибками.	Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение. Знает размерности величин коллоидной химии, может сделать рисунок или схему, поясняющую решение задачи. Задание выполнено полностью, но с многочисленными существенными ошибками.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные законы коллоидной химии; плохо ориентируется в основных понятиях и	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать законы коллоидной химии и плохо ориентируется в величинах коллоидной химии, не владеет математическим

	определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека. Задание выполнено неверно	аппаратом. Задание выполнено неверно
--	---	--------------------------------------

5.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

5.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 5	
1	Предмет и значение коллоидной химии. Дисперсные системы. Дисперсная система. Дисперсионная среда. Коллоидные растворы и их особенности. Различия истинных и коллоидных растворов.
2	Количественные характеристики и классификация дисперсных систем.
3	Поверхностная энергия и поверхностное натяжение. Зависимость поверхностного натяжения от температуры.
4	Самопроизвольные процессы в поверхностном слое.
5	Адсорбция. Количественные характеристики адсорбции. Классификация адсорбционных процессов. Особенности физической и химической адсорбции.
6	Адсорбция на границе «жидкий раствор-газ». Особенности системы. Зависимость поверхностного натяжения от природы и концентрации растворенного вещества. ПИВ.ПАВ.ПНВ.
7	Уравнение адсорбции Гиббса.
8	Построение изотермы адсорбции Гиббса.
9	Поверхностная активность. Правило Дюкло-Траубе.
10	Ориентация молекул ПАВ в поверхностном слое.
11	Уравнения, связывающие поверхностное натяжение водных растворов ПАВ с их концентрацией.
12	Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра.
13	Особенности адсорбции газа или пара на твердом адсорбенте. Параметры, от которых зависит величина адсорбции газа на твердом адсорбенте.
14	Зависимость адсорбции газа на твердом адсорбенте от его концентрации (давления) при постоянной температуре. Уравнение Фрейндлиха.
15	Теория полимолекулярной адсорбции. Теория БЭТ.
16	Определение удельной поверхности.
17	Капиллярная конденсация. Уравнение Томсона-Кельвина.
18	Зависимость адсорбции газов от свойств адсорбента. Пористость. Пористые и непористые адсорбенты. Цеолиты.
19	Зависимость адсорбции от свойств газа. Практическое применение адсорбции газов.
20	Адсорбция на границе раздела «твердое тело-жидкость». Молекулярная адсорбция из растворов. Факторы, влияющие на молекулярную адсорбцию.
21	Зависимость молекулярной адсорбции от равновесной концентрации адсорбтива.
22	Влияние на молекулярную адсорбцию природы растворителя, природы адсорбента и адсорбтива.
23	Адсорбция на границе раздела «твердое тело-жидкость». Ионная адсорбция из растворов.
24	Факторы, влияющие на ионную адсорбцию из растворов на границе раздела «твердое тело-жидкость».
25	Иониты. Классификация ионитов.
26	Смачивание. Краевой угол смачивания. Гидрофильные и гидрофобные поверхности. Уравнение Юнга.
27	Явление смачивания и капиллярные явления. Уравнение Дюпре – Юнга.
28	Явление смачивания и капиллярные явления. Уравнение Лапласа – Юнга.
29	Адгезия.
30	Физические методы получения дисперсных систем.
31	Химические методы получения дисперсных систем. Пептизация.
32	Методы очистки коллоидных растворов и их принципы.
33	Оптические свойства коллоидно-дисперсных систем. Уравнение Рэлея и его практическое применение. Мутность.

34	Оптические свойства коллоидно-дисперсных систем. Уравнение Бугера - Ламберта – Бера и его практическое применение. Опалесценция.
35	Оптические методы исследования коллоидных растворов.
36	Электрокинетические свойства дисперсных систем. Электрокинетические явления.
37	Дзета-потенциал. Строение двойного электрического слоя частицы.
38	Электрокинетические явления. Потенциалы течения и седиментации.
39	Пути образования ДЭС.
40	Строение коллоидных мицелл. Правило Фаянса — Панета.
41	Граница скольжения. Факторы, от которых зависит дзета-потенциал. Методы определения дзета-потенциала.
42	Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем.
43	Седиментационно-диффузионное равновесие. Уравнение Стокса.
44	Агрегативная устойчивость коллоидных растворов. Коагуляция. Правило Шульца-Гарди.
45	Кинетика коагуляции электролитами. Теория ДЛФО.

5.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Чему равна удельная поверхность коллоидных частиц золя золота со средним диаметром 0,000000001 м? Приведите пример расчета
2. Гидрозоль AgI получен смешением равных объемов растворов AgNO₃ (0,01 М) и KI (0,001 М). Какой вид имеет мицеллярная формула золя? Дайте аргументированный ответ
3. Емкость катионита равна 5 мг-экв/г. Какое минимальное количество катионита потребуется для очистки 1 м³ сточных вод от ионов меди концентрацией 10 мг/л?

5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

5.4.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ + Письменная ☐ + Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

5.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором;
Время на подготовку ответа по билету 45 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Бондарева, Л. П., Мастюкова, Т. В.	Физическая и коллоидная химия (Теория и практика)	Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий	2019	https://www.iprbooks.hop.ru/88444.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Михаленко, И. И.	Коллоидная химия	Москва: Московский городской педагогический университет	2010	http://www.iprbookshop.ru/26502.html
В.С. Антонова, Е.Ю. Демьянцева, В.В. Соколов	Лабораторные работы по коллоидной химии [Текст] : методические указания	М-во науки и высшего образования РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД	2019	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem/1571680008.pdf

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Б-222	Установка по измерению вязкости, установки для получения полимеров, колбонагреватели, электробани, криостат, тензиометр, вытяжной шкаф, аналитические весы, установка для измерения электропроводности, электролизер, криостаты, магнитные мешалки, рефрактометр, поляриметр, фотоэлектроколориметр, весы лабораторные, нагревательные плитки, электромешалки, турбидиметр, прибор Кена, тензиометр, вискозиметры
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска