

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания к самостоятельной работе

По дисциплине:

Б1.В.03.06 «Физико-химические методы очистки жидких сред»

для направления подготовки 04.04.01 Химия

направленность Физическая и коллоидная химия

Квалификация выпускника, уровень подготовки:

магистр

Кафедра-разработчик:

кафедра химии

Составитель - Коновалова Ирина Никандровна, канд.техн.наук., профессор кафедры химии.

Методические указания к самостоятельной работе рассмотрены и одобрены на заседании кафедры-разработчика

Химия

название кафедры

24.06.2019 протокол № 12.

ОГЛАВЛЕНИЕ

I. Общие организационно-методические указания	3
II. Темы самостоятельной работы	3
III. Список рекомендуемой литературы	4
IV. Содержание и методические указания к изучению тем дисциплины	5

I. ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Целью дисциплины является формирование компетенций в соответствии с квалификационной характеристикой магистранта и учебным планом для направления подготовки 04.04.01 «Химия», направленность «Физическая и коллоидная химия»

Задачи дисциплины: структура и содержание дисциплины построены так, чтобы обучаемый, прошедший полный курс подготовки, в достаточной степени имел представление о коллоидно-химических закономерностях и методах очистки жидких сред от загрязнений различной природы, был способен использовать полученные знания в научной и практической деятельности.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать теоретические основы физико-химических методов очистки водных дисперсий от загрязнений различной природы для решения вопросов, связанных с практической деятельностью.

Уметь использовать основные приемы обработки экспериментальных данных; использовать коллоидно-химические закономерности и процессы для очистки жидких водных дисперсий; составлять общий план исследования, детальные планы отдельных стадий; выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи

Владеть современными физико-химическими методами очистки жидких сред от загрязнений различной природы; навыками планирования исследований и обработки экспериментальных данных.

Содержание разделов дисциплины: классификация методов очистки жидких сред. Адсорбционная очистка жидких сред. Ионный обмен. Ионообменная адсорбция. Коагуляция, как метод очистки жидких сред от коллоидных и взвешенных загрязнений. Флокуляция. Флотация. Удаление взвешенных веществ из водных дисперсий осаждением.

II. ТЕМЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

№ п/п	Наименование тем самостоятельной работы
1	Классификация методов очистки жидких сред
2	Адсорбционная очистка жидких сред
3	Ионный обмен. Ионообменная адсорбция
4	Коагуляция, как метод очистки жидких сред от коллоидных и взвешенных загрязнений
5	Флокуляция
6	Флотация
7	Удаление взвешенных веществ из водных дисперсий осаждением.

III СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков : учеб. пособие для вузов / Д. А. Кривошеин [и др.]. - Москва : Высш. шк., 2003. - 344 с.
2. Яковлев, С. В. Водоотведение и очистка сточных вод : учебник для вузов / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов; под общ. ред. Ю. В. Воронова. - 2-е изд., доп. и перераб. - Москва : АСВ, 2002. - 704 с.
3. Лозановская, И. Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении : учеб. пособие для хим., химико-технол. и биол. специальностей вузов / И. Н. Лозановская, Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова. - Москва : Высш. шк., 1998. - 287 с.
4. Вурдова, Н. Г. Электродиализ природных и сточных вод : учеб. пособие для вузов / Н. Г. Вурдова, В. Т. Фомичев. - Москва : АСВ, 2001. - 144 с.

Дополнительная литература

1. Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебник для вузов / Ю. Г. Фролов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Химия, 1989. - 464 с.
2. Стромберг, А. Г. Физическая химия : учебник для вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко; под ред. А. Г. Стромберга. - 5-е изд., испр. - Москва : Высш. шк., 2003. - 527 с.
3. Практикум и задачник по коллоидной химии : поверхностные явления и дисперсные системы : учеб. пособие для вузов / [В. В. Назаров и др.]; под ред. В. В. Назарова, А. С. Гродского. - Москва : Академкнига, 2007. - 372 с.
4. Коновалова, И. Н. Практикум по коллоидной химии : учеб. пособие для студентов вузов / И. Н. Коновалова, Т. А. Дякина, К. В. Зотова; [под ред. И. Н. Коноваловой]; М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации; Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т. - [2-е изд., перераб. и доп.]. - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2007. - 131 с.
5. Коновалова, И. Н. Практикум по физической и коллоидной химии (задачи и расчетно-графические задания по физической и коллоидной химии) : учеб. пособие для студентов вузов / И. Н. Коновалова, Г. И. Берестова; М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации; Федер. агентство по рыболовству, Мурман. гос. техн. ун-т. - Мурманск : МГТУ, 2005. - 111 с. - Имеется электрон. аналог 2005 г.
6. Воронько, Н. Г. Сборник расчетно-графических заданий и задач по коллоидной химии / Н. Г. Воронько; Федер. агентство по рыболовству, ФГОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск : Изд-во МГТУ, 2009. - 142 с. : ил. - Имеется электрон. аналог 2009 г. - Библиогр.: с. 124-125.
7. Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебник для вузов / Ю. Г. Фролов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Химия, 1989. - 464 с.

IV. Содержание и методические указания к изучению тем дисциплины

Тема: классификация методов очистки жидких сред

Классификация методов очистки жидких сред по характеру протекания процессов-химические, коллоидно-химические, биологические. Классификация примесей по размеру частиц и методы их удаления. Коллоидно-химические методы очистки

Требования к уровню освоения содержания темы

Изучив данную тему, студент должен:

знать: классификацию методов очистки жидких сред по характеру протекания процессов; классификацию примесей, применяемые методы очистки в зависимости от размера частиц

иметь представление: о химических, биологических методах очистки

Порядок и методические указания по изучению темы:

При изучении темы необходимо:

Изучить материалы учебников (учебных пособий)

Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

Вопросы для самоконтроля:

1. В чем заключается химический метод очистки жидких сред?
2. В чем заключается биологический метод очистки жидких сред?
3. Перечислите коллоидно-химические(физико-химические) методы очистки жидких сред
4. Приведите классификацию примесей по размеру частиц и методы их удаления

Тема: Адсорбционная очистка жидких сред

Адсорбционные процессы на границах раздела жидкость-газ. Уравнение Гиббса, его применение для расчета параметров адсорбции. Адсорбционные процессы на границе раздела жидкость- твердое тело. Моно- и полимолекулярная адсорбция. Практическое применение уравнения БЭТ. Выбор адсорбентов для извлечения растворенных органических и неорганических веществ. Расчет удельной поверхности адсорбентов. Адсорбция из растворов на пористых адсорбентах. Теория адсорбции в микропорах. Влияние растворимости и температуры на адсорбцию органических веществ из водных растворов

Требования к уровню освоения содержания темы

Изучив данную тему, студент должен:

знать: теоретические основы протекания процесса адсорбции на различных границах раздела; влияние растворимости и температуры на адсорбцию органических веществ из водных растворов

уметь рассчитывать удельную поверхность адсорбента, величину предельной адсорбции

иметь представление: о закономерностях адсорбции на пористых адсорбентах; практическом применении процесса адсорбции для очистки жидких сред различной природы.

Порядок и методические указания по изучению темы:

При изучении темы необходимо:

Изучить материалы учебников (учебных пособий)

Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое адсорбция? Чем обусловлен этот процесс? В чем отличие физической адсорбции от химической?
2. Дайте определения понятий "адсорбент", "адсорбат". Как количественно выражают величину адсорбции?
3. Приведите уравнение изотермы адсорбции Гиббса и проанализируйте входящие в него величины; укажите условия и область его применения.
4. Как графически обрабатывают изотерму $\sigma - C$ для построения изотермы адсорбция – концентрация? Как рассчитывают адсорбцию по изотерме поверхностного натяжения?
5. Как рассчитывают S_0 (площадь поперечного сечения полярной части молекулы ПАВ) и δ (толщину поверхностной пленки)?
6. Каковы особенности адсорбции газообразных и растворенных веществ на твердых поверхностях? Приведите основные типы изотерм адсорбции газов и паров на поверхности твердых тел.

7. Назовите основные положения теории мономолекулярной адсорбции Ленгмюра.
8. Напишите уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра. Проанализируйте его. Как определяют константы в этом уравнении?
9. Напишите уравнение изотермы адсорбции Фрейндлиха. Область применения уравнения. Как определяют его константы?
10. Назовите основные положения теории полимолекулярной адсорбции БЭТ.
11. Что представляет собой адсорбционный слой после достижения величины предельной адсорбции Γ_{∞} ? Как рассчитывают S_0 (площадь поперечного сечения полярной части молекулы ПАВ) и δ (толщину поверхностной пленки)?
12. Каковы особенности адсорбции газообразных и растворенных веществ на твердых поверхностях? Приведите основные типы изотерм адсорбции газов и паров на поверхности твердых тел.
13. Как рассчитывают удельную поверхность адсорбента?
14. Адсорбция из растворов на пористых адсорбентах. Теория адсорбции в микропорах.
15. Влияние растворимости и температуры на адсорбцию органических веществ из водных растворов.
16. Применение процесса адсорбции для очистки жидких сред различной природы. Какие адсорбенты для этого используют?

Тема: ионный обмен, ионообменная адсорбция

Строение и причины образования двойного электрического слоя на границе раздела фаз. Ионообменные материалы, их характеристика. Ионообменное равновесие, кинетика ионного обмена

Требования к уровню освоения содержания темы

Изучив данную тему, студент должен:

знать: теоретические основы протекания процесса ионообменной адсорбции; строение и причины образования двойного электрического слоя, способность ионов электролита к ионному обмену; основные стадии ионного обмена; основные характеристики ионитов

уметь: рассчитывать заряд коллоидных частиц на основе электрокинетических измерений

иметь представление: об ионообменных материалы материалах (катионитах, анионитах, амфолитах), используемых для очистки жидких сред; о методах определения статической и динамической обменной емкости ионитов

Порядок и методические указания по изучению темы:

При изучении темы необходимо:

Изучить материалы учебников (учебных пособий)

Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

Вопросы для самоконтроля:

1. Как образуется двойной электрический слой на границе раздела фаз?
2. Каково строение двойного электрического слоя согласно теории Штерна?
3. В чем заключается сущность ионного обмена?
4. Приведите примеры реакций ионного обмена

5. Классификация ионообменных материалов
6. Как получают ионообменные смолы?
7. Значение ионообменной адсорбции
8. Применение ионного обмена для обессоливания воды
9. Основные физико-химические характеристики ионитов
10. Методы определения статической и динамической обменной емкости ионитов
11. Равновесие ионного обмена
12. Стадии ионного обмена

Тема: коагуляция, как метод очистки жидких сред от коллоидных и взвешенных загрязнений

Теоретические основы процесса коагуляции. Коагуляция с помощью химических реагентов. Выбор дозы коагулянта. Электрокоагуляция, гетерокоагуляция, взаимная коагуляция.

Требования к уровню освоения содержания темы

Изучив данную тему, студент должен:

знать: теоретические основы процесса коагуляции; механизм действия коагулянтов; электролиты, используемые для коагуляции водных дисперсий при очистке сточных вод и других водных дисперсий.

уметь: выбирать коагулянт для очистки водных дисперсий; рассчитывать порог коагуляции, определять оптимальную дозу коагулянта.

иметь представление: об электрокоагуляции, взаимной коагуляции, гетерокоагуляции, их применении для очистки водных дисперсий

Порядок и методические указания по изучению темы:

При изучении темы необходимо:

Изучить материалы учебников (учебных пособий)

Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что понимают под устойчивостью дисперсных систем?
2. Какими способами можно вызвать коагуляцию дисперсных систем?
3. Что называют порогом коагуляции? Сформулируйте правило Шульце-Гарди
4. Приведите потенциальную. Кривую взаимодействия частиц. Как получить результирующую потенциальную кривую взаимодействия двух частиц?
5. Какие электролиты применяют для коагуляции водных дисперсий?
6. Механизм действия коагулянтов
7. Какие факторы оказывают влияние на процесс коагуляции?
8. Приведите примеры алюминий- и железосодержащих коагулянтов
9. Как определяют оптимальную дозу коагулянта?
10. Приведите примеры последовательности введения коагулянтов в зависимости от характеристики примесей
11. В чем заключается сущность электрокоагуляции?
12. Что такое взаимная коагуляция? Гетерокоагуляция?

Тема: флокуляция

Флокулянты природного происхождения, синтетические высокомолекулярные флокулянты. Механизм флокуляции дисперсий полимерами.

Требования к уровню освоения содержания темы

Изучив данную тему, студент должен:

знать: классификацию флокулянтов, механизм флокуляции водных дисперсий полимерами.

иметь представление: о природных, синтетических, органических, неорганических флокулянтах, их строении, свойствах

Порядок и методические указания по изучению темы:

При изучении темы необходимо:

Изучить материалы учебников (учебных пособий)

Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

Вопросы для самоконтроля:

1. Каковы особенности агрегации частиц во вторичном энергетическом минимуме?
2. Поясните суть процесса мостикообразования при флокуляции.
3. Поясните механизм флокулирующего действия ВМС.
4. Объясните нейтрализационный механизм флокуляции.
5. Приведите классификацию флокулянтов
6. Приведите примеры флокулянтов: природных, синтетических, органических, неорганических

Тема: флотация

Теоретические основы флотации диспергированных и коллоидных веществ. Классификация методов адсорбционной пузырьковой сепарации. Электрофлотация

Требования к уровню освоения содержания темы

Изучив данную тему, студент должен:

знать: классификацию методов адсорбционной пузырьковой сепарации; физико-химические основы пенной флотации

иметь представление: о практическом применении флотации и электрофлотации для очистки жидких сред от загрязнений различной природы

Порядок и методические указания по изучению темы:

При изучении темы необходимо:

Изучить материалы учебников (учебных пособий)

Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

Вопросы для самоконтроля:

1. Для каких целей используют флотационные методы очистки жидких сред?
2. В чем заключается сущность методов:-адсорбционной пузырьковой сепарации: пенного фракционирования; пенной флотации; осадительной флотации; адсорбционной коллоидной флотации?
3. Каковы физико-химические основы пенной флотации?

4. Приведите уравнение Юнга; что такое гидрофильные и гидрофобные поверхности?
5. Каким образом можно влиять на процесс смачивания?
6. На чем основан процесс электрофлотации?

Тема: удаление взвешенных веществ из водных дисперсий осаждением

Седиментация. Закон Стокса. Седиментационный анализ. Оптические методы определения размера частиц водных дисперсий. Уравнения Рэлея, Геллера.

**Требования к уровню освоения содержания темы
Изучив данную тему, студент должен:**

знать: влияние размера частиц водных дисперсий на выбор метода очистки; понятия агрегативная и седиментационная устойчивость, сущность седиментационного анализа; методы определения эффективного радиуса частиц

уметь: рассчитывать размер частиц дисперсной фазы на основе экспериментальных измерений, по уравнениям Рэлея и Геллера.

Порядок и методические указания по изучению темы:

При изучении темы необходимо:

Изучить материалы учебников (учебных пособий)
Ответить на вопросы для самоконтроля по теме.

Вопросы для самоконтроля:

1. В каких пределах может изменяться размер частиц, содержащихся в водных средах?
2. Какими факторами определяется эффективность удаления взвешенных веществ методом осаждения?
3. Что понимают под агрегативной и седиментационной устойчивостью дисперсной системы?
4. Чем можно вызвать нарушение седиментационной устойчивости дисперсной системы?
5. Какими методами нарушают агрегативную устойчивость дисперсных систем?
6. Приведите формулу Стокса и укажите применимость этой формулы.
7. В чем заключается сущность седиментационного анализа?
8. Каким образом строят интегральную и дифференциальную кривые распределения частиц по размерам?
9. Приведите формулы, связывающие размер частиц со скоростью их оседания, для частиц больших размеров (диаметр которых превышает 0,1 мм)
10. Какие оптические методы применяются для определения размера частиц?
11. Назовите основные положения теории светорассеяния Рэлея.
12. Чем обусловлено светорассеяние в дисперсных системах?