

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»**

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

Институт технологии

Кафедра общей и неорганической химии

**Аналитическая химия.
Вопросы для
самостоятельной работы
студентов**

**Санкт-Петербург
2016**

УДК 543 (075)

Аналитическая химия. Вопросы для самостоятельной работы студентов / сост. Р.А. Копнина, И.Н. Дмитриевич, О.В. Федорова / ВШТЭ СПбГУПТД. СПб., 2016. – 21 с.

Представлен перечень вопросов по теоретическим и прикладным разделам дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», предназначенные для самостоятельной подготовки студентов к семинарским, лабораторным занятиям и коллоквиумам.

Рекомендованы для студентов Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД, обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», 29.03.03 «Технология полиграфического и упаковочного производства», 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», 20.03.01 «Техносферная безопасность» по программам академического и прикладного бакалавриата.

Рецензент: профессор кафедры физической и коллоидной химии Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД, канд.хим.наук И.И. Осовская.

Подготовлены и рекомендованы к печати кафедрой общей и неорганической химии Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД (протокол №6 от 08.06.2016)

Утверждены к изданию методической комиссией института технологии Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД (протокол №6 от 08.06.2016)

Редактор и корректор Т.А. Смирнова

Техн. редактор Л.Я. Титова

Темплан 2016, поз. 74

Подп. к печати 04.07.16 Формат 60x84/16. Бумага тип №1. Печать офсетная. Печ.л. 1,5; уч.-изд.л. 1,5. Тираж 150 экз. Изд. № 74. Заказ

Ризограф Высшей школы технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна, 198095, СПб., ул. Ивана Черных,4.

© Высшая школа технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна, 2016

© Копнина Р.А., Федорова О.В., Дмитриевич И.Н. 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Особую роль в образовании молодёжи играет приобретение навыков самостоятельного поиска, систематизации и осмысления информации различного рода, приобретение которых требует определенного времени, желания и усидчивости. Способствовать такому творческому процессу предназначены вопросы для самостоятельной работы по дисциплинам «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Водоподготовка в химической технологии» и «Сорбционные технологии».

Настоящие вопросы смогут ориентировать студента в оценке трудоемкости изучаемой дисциплины, а также послужат хорошим тематическим планом при подготовке к семинарским занятиям, лабораторным работам и коллоквиумам.

Следует отметить широкие информационные возможности соискателей, поскольку во многих случаях возможно исключение личного посещения библиотек, фондов и архивов ввиду наличия искомых печатных изданий в цифровом виде в сети интернет, что существенно экономит время. Поэтому в списке рекомендуемой нами литературы указываются также источники, которые легко можно найти и скачать с соответствующего сайта.

Данные вопросы рекомендованы для студентов Высшей школы технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна, обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», 29.03.03 «Технология полиграфического и упаковочного производства», 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», 20.03.01 «Техносферная безопасность» по программам академического и прикладного бакалавриата.

1. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Предмет аналитической химии

1. Аналитическая химия как междисциплинарная область знаний. Задачи и цели дисциплины.
2. Классификация методов аналитической химии. Их характеристика, сравнительный анализ.
3. Качественный и количественный анализ.
4. Требования, предъявляемые к аналитическим методам анализа: точность, чувствительность, избирательность, воспроизводимость, экспрессность.
5. Аналитический сигнал, его назначение и использование. Примеры.

Химические методы анализа

1. Классификация химических методов анализа: гравиметрические и титриметрические.
2. Сущность гравиметрического метода анализа. Достоинства и недостатки.
3. Условия, которые необходимо соблюдать при осаждении осадков.
4. Требования к осаждаемой и весовой форме осадка.
5. Зависимость точности гравиметрического анализа от величины навески анализируемого вещества.
6. Стадии, которыми характеризуется процесс образования осадков.
7. Условия получения крупнокристаллических осадков.
8. Условия получения аморфных осадков.
9. Влияние порядка приливания раствора осадителя и скорости осаждения осадка.
10. Соосаждение и виды соосаждения.
11. Способы снижения эффекта соосаждения.
12. Правила фильтрования и промывания осадков.
13. Сущность титриметрического анализа. Достоинства и недостатки метода.
14. Типы химических реакций, используемых в титриметрическом анализе.
15. Требования к реакциям в титриметрическом анализе.

Практика титриметрического анализа. Основные расчетные формулы.

1. Определения: эквивалент, фактор эквивалентности, молярная масса эквивалента. Форма записи.
2. Определения: количество вещества, понятие «моль», молярная масса вещества.

3. Расчет количества эквивалентов в реакциях нейтрализации, окисления-восстановления, осаждения и комплексообразования.
4. Способы выражения концентраций, используемых в количественном анализе.
5. Молярная концентрации вещества, пересчет на молярную концентрацию эквивалента и массовую концентрацию.
6. Молярная концентрация эквивалента вещества (нормальная), пересчет на молярную и массовую концентрации вещества.
7. Массовые концентрации: титр рабочего раствора, условный титр рабочего раствора, титр по определяемому веществу, %, г/дм³, ppm.
8. Пересчет массовых концентраций на молярную концентрацию вещества.
9. Формулы расчета количества эквивалентов, исходя из различных способов выражения концентраций и массы вещества.
10. Способы приготовления стандартных растворов.
11. Установка концентрации растворов. Использование установочных веществ.
12. Требования, предъявляемые к установочным веществам.
13. Установочные вещества в реакциях нейтрализации, окисления-восстановления, комплексообразования, осаждения. Написание реакций взаимодействия установочных веществ с определяемым веществом.
14. Приемы титрования в титриметрическом методе анализа.
15. Формулировка и запись закона эквивалентности.
16. Условия применения и осуществления прямого метода титрования. Формула для расчет количества вещества.
17. Условия применения и осуществления метода обратного титрования (титрование по остатку). Формула для расчет количества вещества.
18. Метод отдельных навесок и метод пипетирования, аликвотная доля, фактор аликвотности.

Равновесия в титриметрическом анализе

1. Растворы и растворители и их характеристики.
2. Химическое равновесие в растворе и расчет скоростей прямой и обратной реакции.
3. Факторы, влияющие на скорость реакции.
4. Связь константы диссоциации слабого электролита со степенью диссоциации.
5. Диссоциация воды. Водородный показатель. рН раствора.
6. Понятие активности ионов, связь с концентрацией. Ионное сила раствора.

7. Кисотно-основные равновесия в растворе.
8. Характеристика кислот и оснований по степен диссоциации.
9. Расчет равновесий в растворах сильных кислот и оснований.
10. Расчет равновесий в растворах слабых кислот.
11. Расчет равновесий в растворах слабых оснований.
12. Влияние концентрации ионов водорода на диссоциацию слабых кислот и оснований.
13. Расчет доли диссоциированных и недиссоциированных молекул слабых кислот и оснований при изменении концентрации ионов водорода.
14. Свойства буферных растворов и их классификация.
15. Расчет буферной емкости буферных растворов.
16. Расчет равновесий в кислых буферных растворах.
17. Расчет равновесий в основных буферных растворах.
18. Факторы, влияющие на значение рН буферных растворов.
19. Явление гидролиза солей, сущность процесса.
20. Факторы, влияющие на степень гидролиза солей.
21. Способы подавления и усиления гидролиза солей.
22. Расчет равновесий в растворах солей, образованных слабыми кислотами и сильными основаниями.
23. Расчет равновесий в растворах солей, образованных слабыми основаниями и сильными кислотами.
24. Расчет равновесий в растворах солей, образованных слабыми кислотами и слабыми основаниями.
25. Общие требования, предъявляемые к индикаторам.
26. Индикаторы кислотно-основного титрования. Теории индикаторов.
27. Интервал перехода индикатора и показатель индикатора.
28. Факторы, влияющие на показания индикаторов.
29. Кривые титрования в кислотно-основном взаимодействии. Цель и порядок построения кривых титрования.
30. Принцип подбора индикатора, индикаторная ошибка.
31. Окислительно-восстановительные реакции. Общие положения. Окислитель, восстановители, окислительно-восстановительные пары.
32. Электрохимическая реакция.
33. Устройство осуществления электрохимической реакции.
34. Расчет электродвижущей силы гальванического элемента.
35. Характеристика величин, входящих в уравнение Нернста для гальванического элемента.
36. Электродные потенциалы окислительно-восстановительных пар. Стандартный окислительно-восстановительный потенциал.

37. Запись электродного потенциала в зависимости от агрегатного состояния окисленной и восстановленной формы пары.
38. Факторы, влияющие на значение электродного потенциала.
39. Влияние концентрации ионов водорода на значение электродного потенциала.
40. Формальный и стандартный электродный потенциал.
41. Константа равновесия окислительно-восстановительной реакции. Её расчет и использование в окислительно-восстановительном титровании.
42. Методы фиксирования точки эквивалентности в окислительно-восстановительных реакциях.
43. Окислительно-восстановительные индикаторы. Интервал перехода.
44. Кривые титрования в методе окислительно-восстановительного титрования.
45. Перманганатометрия. Установочные вещества, используемые в перманганатометрии.
46. Преимущества и недостатки перманганатометрии перед бихроматометрией.
47. Йодометрия. Рабочий раствор в йодометрическом титровании.
48. Факторы, влияющие на устойчивость раствора тиосульфата натрия при приготовлении и хранении.
49. Условия проведения йодометрического титрования.
50. Комплексные соединения. Основные положения. Характеристики.
51. Причины ограниченного использования комплексных соединений с неорганическими лигандами для количественного определения ионов металлов.
52. Комплексоны и комплексонометрическое титрование.
53. Концентрационная и условная константа устойчивости комплексов.
54. Расчет реакционноспособной части комплексона III в зависимости от величины рН раствора.
55. Выбор оптимального значения рН в комплексонометрическом титровании.
56. Индикаторы комплексонометрического титрования: состав и свойства. Причины изменения окраски индикатора в точке эквивалентности.
57. Кривые титрования в комплексонометрии. Факторы, влияющие на величину скачка кривой титрования.
58. Осадительное титрование. Причины ограниченного использования реакций осаждения в количественном анализе.
59. Безиндикаторные и индикаторные методы фиксирования точки эквивалентности в осадительном титровании.

60. Условия использования метода Мора.
61. Условия и принцип использования адсорбционных индикаторов. Явления, используемые при применении адсорбционных индикаторов.
62. Кривые титрования в осадительном титровании.

2. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Потенциометрия

1. Охарактеризовать метод потенциметрического анализа (основы метода, главные направления применения). Привести классификацию потенциметрических методов анализа (ионометрия, редоксиметрия и т.д.).
2. Дать определение терминам: электрод, электрохимическая реакция, электрохимическая ячейка (обратить внимание на различия принципа действия гальванического элемента и электролизера). Представить связь гальванического элемента и электролитической ячейки.
3. Описать процесс возникновения потенциала на границе раздела фаз металлический электрод-раствор. Представить уравнение Нернста.
4. Дать определение стандартного электродного потенциала. Описать конструкцию и назначение стандартного водородного электрода, а также способ измерения стандартного электродного потенциала.
5. Представить принцип работы гальванического элемента, его схематическое изображение, процессы и реакции, протекающие на электродах. Принцип расчета ЭДС ячейки.
6. Основные принципы классификации электродов (по назначению, по механизму возникновения потенциала). Обратимые и необратимые электроды. Привести примеры.
7. Дать определение функциям электрода сравнения и индикаторного электрода, привести пример каждого. Перечислить требования, предъявляемые к ним.
8. Привести примеры электродов второго рода. Описать конструкцию и **ВЫВЕСТИ** потенциал хлорсеребряного электрода.
9. Редокс электроды. Представить потенциал платинового электрода, опущенного в раствор FeCl_2 и FeCl_3 . Дать определение и вывести потенциал хингидронного электрода.
10. Перечислить виды мембранных электродов. Кратко охарактеризовать каждый вид, представить конструкцию.

11. Описать конструкцию и **ВЫВЕСТИ** потенциал стеклянного электрода. Перечислить его преимущества и недостатки.
12. Привести примеры использования ионометрии в санитарно-химическом анализе.
13. Описать методы определения концентрации в прямой потенциометрии (метод градуировочного графика (+калибровка электрода), концентрационного элемента, добавок и пр.).
14. Охарактеризовать косвенные методы потенциометрии. Описать принцип потенциометрического титрования на примере кислотно-основного взаимодействия. Индикаторные электроды кислотно-основного титрования.
15. Осадительное, комплексометрическое, окислительно-восстановительное титрование. Основные принципы.
16. Преимущества потенциометрического титрования перед классическими методами.
17. Охарактеризовать методы измерения ЭДС в потенциометрии (компенсационный и некомпенсационный метод).

Кулонометрия

1. Основные принципы кулонометрических исследований. Описать процесс электрохимического превращения вещества на электроде с использованием закона Фарадея.
2. Условия проведения кулонометрического анализа.
3. Охарактеризовать методы анализа, основанные на законе Фарадея (прямая/косвенная, амперостатическая/потенциостатическая кулонометрия).
4. Прямая кулонометрия. Электрохимические реакции, применяемые в прямой кулонометрии.
5. Выбор потенциала рабочего электрода в прямой потенциостатической кулонометрии. Дать определение понятию «потенциал выделения вещества».
6. Определение количества электричества в прямой потенциостатической кулонометрии.
7. Схема установки для прямой потенциостатической кулонометрии. Химический кулонометр.
8. Электрогравиметрический анализ. Назначение метода, краткая характеристика.
9. Сущность косвенной амперостатической кулонометрии. Способы электрогенерации титранта.
10. Условия проведения кулонометрического титрования.

11. Основные принципы фиксации конечной точки титрования (точки эквивалентности).
12. Описать способ определения содержания кислоты методом кулонометрического титрования. Написать реакции, описывающие электрохимическое получение реагента и его взаимодействие с определяемым веществом при определении кислот.
13. Описать способ определения содержания тиосульфата натрия методом кулонометрического титрования. Написать реакции, описывающие электрохимическое получение реагента и его взаимодействие с определяемым веществом при определении тиосульфата натрия.
14. Представить преимущества кулонометрического анализа (как прямого, так и косвенного) перед классическими методами анализа.
15. Практическое применение методов кулонометрического анализа.

Кондуктометрия

1. Охарактеризовать метод кондуктометрических исследований. Объяснить сущность процесса электропроводности растворов электролитов. Показать связь величины электропроводности раствора электролита и его сопротивления.
2. Дать понятие удельной, эквивалентной и электропроводности. Представить размерность. Соотношение удельной и эквивалентной электропроводности.
3. Эквивалентная электропроводность при бесконечном разбавлении. Закон независимого движения ионов. Формула Кольрауша – зависимость эквивалентной электропроводности сильных электролитов.
4. Влияние концентрации сильных и слабых электролитов на электропроводность. Представить графики зависимости удельной и эквивалентной электропроводности от концентрации сильных и слабых электролитов.
5. Объяснить причину аномально высокой подвижности протона и гидроксил-иона в электрическом поле. Зависимость электрической проводимости от температуры.
6. Прямая кондуктометрия. Назначение, преимущества и недостатки. Объяснить причину ограниченного применения.
7. Схема установки для определения электрической проводимости. Константа сосуда. Ток разбаланса моста.

8. Представить сущность процесса неконтактного высокочастотного титрования (ВЧТ). Преимущества и недостатки. Типы ячеек, применяемых в высокочастотном титровании.
9. Дать полное выражение общей проводимости ячейки емкостного типа. Активная и реактивная составляющая. Отличие высокочастотных методов от низкочастотных.
10. Описать метод кондуктометрического титрования и принцип нахождения точки эквивалентности на примере кислотно-основного титрования. Зависимость формы кривой ВЧТ от частоты генератора.

ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

1. Сущность процесса взаимодействия вещества с электромагнитным излучением. Представить процесс поглощения света с точки зрения изменения внутренней энергии исследуемого вещества. Дать объяснение понятию «корпускулярно-волновой дуализм».
2. Назвать три спектральные области, в которых изучается поглощение света веществом и соответствующие методы спектроскопии. Избирательное поглощение света веществом. Классификация методов спектроскопии.
3. Представить закон Бугера-Ламберта-Бера в линейном и степенном виде. Аддитивность оптической плотности. Связь оптической плотности с пропусканием. Молярный коэффициент поглощения. Ограничения и условия применимости закона.
4. Описать метод атомно - абсорбционной спектроскопии. Перечислить способы атомизации вещества. Электротермическая атомизация. Пламенно-эмиссионная спектроскопия. Различие между атомно – абсорбционной и пламенно-эмиссионной. Преимущества и недостатки методов.
5. Описать метод молекулярно-абсорбционной фотометрии. Характеристика молекулярных спектров поглощения. ИК и УФ спектроскопия (количественный и качественный анализ этими методами).
6. Основные узлы приборов абсорбционной спектроскопии. Перечислить источники излучения для получения спектров в различном диапазоне длин волн.
7. Материал оптической аппаратуры, монохроматоры, светофильтры и детекторы.
8. Количественный анализ методом молекулярной спектроскопии. Выбор условий фотометрирования однокомпонентных растворов. Пояснить необходимость фотометрирования относительно раствора сравнения и добавки к бесцветным растворам окрашивающих реагентов.

9. Выбор светофильтра. Факторы, влияющие на оптическую плотность. Чувствительность фотометрических методов.
10. Описать методы определения концентрации (метод калибровочного графика, добавок, сравнения и дифференциальной фотометрии). Преимущества и недостатки каждого метода. Определение железа при помощи сульфосалициловой кислоты.
11. Спектрофотометрическое определение концентрации компонентов в смеси светопоглощающих веществ – анализ смеси двух красителей.
12. Описать принцип рефрактометрического анализа.
13. Описать принцип люминесцентного анализа.

ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

1. Сущность процесса хроматографии.
2. Классификация хроматографических методов анализа в зависимости от природы подвижной и неподвижной фазы и аппаратного оформления.
3. Классификация хроматографических методов анализа в зависимости от способа проведения – элюентная, вытеснительная и фронтальная.
4. Теоретические основы хроматографии. Теория теоретических тарелок.
5. Колоночная адсорбционная хроматография. Опыты М.С.Цвета. Качественная и количественная идентификация разделяемых веществ.
6. Тонкослойная хроматография. Сущность метода, аппаратное оформление. Установление химической природы и количества компонентов.
7. Распределительная хроматография. Сущность метода, аппаратное оформление. Бумажная хроматография. Установление химической природы и количества компонентов.
8. Классификация, назначение и основы метода газовой хроматографии. Принципиальная схема газового хроматографа и техника выполнения анализа.
9. Проявительный метод в газовой хроматографии. Вид дифференциальной хроматограммы, её основные параметры.
10. Основные критерии хроматографического разделения: эффективность, разрешение и селективность колонки.
11. Неподвижные фазы и требования, предъявляемые к ним. Хроматографические детекторы.
12. Методы качественного и количественного анализа в газовой хроматографии.
13. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Основные принципы и назначения метода. Преимущества и недостатки.

14. Гель-хроматография. Основные принципы и назначения метода. Преимущества и недостатки.
15. Теоретические основы метода ионообменной хроматографии. Классификация. Аппаратурное оформление и техника выполнения анализа на примере определения содержания магния и цинка при их совместном присутствии на анионите.

Рекомендуемая литература

1. Васильев В.Т. Аналитическая химия. В 2-х кн. Кн. 2. Физико-химические методы анализа: учеб. для студ. вузов, обучающихся по химико-технол. спец.-7-е изд., стереотип.-М.: Дрофа, 2009. - 383 с.
- 1.1*. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 ч. Часть 2. Физико-химические методы анализа — М.: Высшая школа, 1989 — 384 с.
- 2*. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. –М.: Химия, 1989.
- 3*. Крешков А.П. Основы аналитической химии. В 3-х т. -М.: Высшая школа, 1970.
- 4*. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии. В 2 кн. - М.: Мир, 1979.
5. Худякова Т.А. Крешков А. П. Теория и практика кондуктометрического и хронокондуктометрического анализа / под общей редакцией А.П. Крешкова. – М.: Химия, 1976.
6. Тикунова И.В., Дробницкая Н.В., Артеменко А.И. Справочное руководство по аналитической химии и физико-химическим методам анализа: учебное пособие. - М.: Высшая школа, 2009. -413 с.
7. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 книгах. Кн. 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. – М.: Высшая школа.- 2003. - 559с.
- 8*. Основы аналитической химии. Практическое руководство: учебное пособие для вузов / В.И. Фадеева, Т.Н. Шеховцова, В.М. Иванов и др.; под ред. Ю.А. Золотова. – М.: Высшая школа., 2001. – 463 с.
- 9*. Harvey, David, Modern analytical chemistry / David Harvey. — 1st ed. McGraw-Hill Higher Education., 2000. – 816 p.
- 10*. Кельнер Р., Мерме Ж. Аналитическая химия. Проблемы и подходы. В 2 т.: под ред. Ю.А. Золотова. - М.: Мир. 2004.-768 с..
- 11*. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы/ под ред. Ю.А. Золотова. - М.: Высшая школа; 2002. — 413 с.
- 12*. Петрухин О.М. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа. – М.: Химия., 2001. – 496 с.

13*. Дворкин В.И. Метрология и обеспечение качества количественного химического анализа. — М.: Химия, 2001. — 263 с.

* - источники, помеченные звездочкой, находятся в открытом доступе на <http://www.twirpx.com/>

Следующие учебно-методические издания можно найти на сайте библиотеки нашего вуза <http://nizrp.narod.ru/> в разделе кафедры общей и неорганической химии:

14. Дмитриевич И.Н. и др. Физико-химические методы анализа. Ч.1. Электрохимические методы анализа: учебное пособие для студентов заочной формы обучения. - СПб.: СПбГТУРП, 2014.- 78 с.

15. Дмитриевич И.Н. и др. Физико-химические методы анализа. Ч.2. Оптические методы анализа: учебное пособие для студентов заочной формы обучения. - СПб.: СПбГТУРП, 2014.- 39 с.

16. Дмитриевич И.Н. и др. Физико-химические методы анализа. Ч.3. Хроматографические методы анализа: учебное пособие для студентов заочной формы обучения. - СПб.: СПбГТУРП, 2014.- 54 с.

17. Дмитриевич И.Н., Пругло Г.Ф., Комиссаренков.А.А. Электрохимические методы анализа (вопросы, тесты и ответы): учебное пособие / ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб., 2016. – 84 с.

18. Дмитриевич И.Н. Количественный анализ в вопросах и ответах: учебное пособие / ВШТЭ СПб ГУПТД. – СПб, 2016. – 52 с.

и другие издания по соответствующим разделам дисциплин (потенциометрия, кулонометрия и т.п.)

Интернет - ресурсы:

1. Материалы для химического факультета МГУ [Электронный ресурс]: аналитическая химия. URL: <http://chembaby.com/analiticheskaya-ximiya/> (дата обращения 04.07.2016)

2. Литература по химии. URL: <http://chemistry-chemists.com/chemister/chemie.htm> (дата обращения 04.07.2016)

Следует иметь в виду, что для пользования учебными изданиями, представленными на данных сайтах требуется специальное программное обеспечение (Adobe Reader, DJVU и др.)

3. ВОДОПОДГОТОВКА В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

1. Классификация природных и сточных вод.
2. Показатели качества воды: технологические, физические, химические, санитарно-бактериологические. Способы их определения, размерности.
3. Особенности органических примесей природных вод.
4. Классификация примесей природных вод по фазово-дисперсной характеристике, по химическому и дисперсному составу.
5. Методы удаления примесей из воды (общие принципы).
6. Задачи химических методов обработки воды в различных производствах.
7. Влияние примесей природной воды на процесс накипеобразования.
8. Углекислотное равновесие.
9. Влияние примесей природной воды на процесс коррозии, методы борьбы.
10. Методы снижения агрессивности воды.
11. Умягчение воды реагентными методами – известкование. Расчёт дозы извести при известковании воды.
12. Известково-содовый, натронно-содовый и фосфатный методы умягчения воды.
13. Сущность процесса магниального обескремнивания.
14. Расчёт дозы реагента для магниального обескремнивания.
15. Механизм обесцвечивания воды. Условия разрушения коллоидных систем – коагуляция. Особенности коллоидного состояния вещества. Строение коллоидной частицы.
16. Условия проведения практической коагуляции. Коагулянты, используемые в водоподготовке. Применение флокулянтов для интенсификации коагуляции.
17. Совмещение процессов коагуляции, известкования и магниального обескремнивания. Контактная коагуляция, особенности. Принцип работы осветлителя.
18. Теоретические основы процесса фильтрования – поверхностное и объёмное фильтрование. Классификация фильтров.
19. Конструкция фильтров насыпного типа. Технологические показатели работы насыпного фильтра. Регенерация насыпных фильтров. Назначение дренажного устройства в фильтрах насыпного типа.
20. Конструкция фильтров намывного типа. Основы обезжелезивания.
21. Фильтрующие материалы: требования, предъявляемые к ним и показатели качества.
22. Технологические показатели работы фильтра. Факторы, влияющие на процесс фильтрования.

23. Ультрафильтрация и нанофильтрация. Назначение и особенности метода, аппаратное оформление.
24. Принцип метода ионирования воды. Сущность умягчения воды ионитным способом.
25. Классификация ионообменных материалов. Иониты, их строение и свойства.
26. Технологические показатели ионитов. Факторы, влияющие на величину ДОЕ ионита. Регенерация отработанного ионита (общие принципы).
27. Методы катионирования воды. Na-катионирование, особенности процесса. Технология двухступенчатого Na-катионирования Регенерация Na-катионитных фильтров.
28. H-катионирование, особенности процесса. Регенерация H-катионитовых фильтров. Схемы H-Na-катионирования.
29. Анионирование воды, назначение процесса.
30. Процесс совместного H-OH-ионирования – обессоливание.

Рекомендуемая литература

- 1*. Вольф И.В. Синякова М.А. Химия окружающей среды. Химия гидросферы: учебное пособие; СПбГТУРП - СПб., 2013.-90 с.
- 2*. Шиян Л.Н. Химия воды. Водоподготовка [Электронный ресурс]: учебное пособие.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 83 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34732>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Алифанова А.И. Контроль качества воды [Электронный ресурс]: учебное пособие.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013.— 103 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28352>.— ЭБС «IPRbooks»
- 4*. Другов Ю.С., Родин А.А. Анализ загрязненной воды [Электронный ресурс]: практическое руководство — Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 679 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26060>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Характеристики жесткости воды и методы ее устранения [Электронный ресурс]: методические указания для самостоятельной работы/ — Электрон. текстовые данные.— Иваново: Ивановский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2010.— 33 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17757>.— ЭБС «IPRbooks»

- 6*. Викулина В.Б. Викулин П.Д. Метрологическое обеспечение контроля качества воды [Электронный ресурс]: учебное пособие — Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2011.— 183 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16372>.— ЭБС «IPRbooks»
- 7*. Вихрев В.Ф., Шкроб М.С. Водоподготовка: учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. / под ред. М.С. Шкроба— М.: Энергия, 1973. — 416 с.
- 8*. Громогласов А.А. Копылов А. С., Пильщиков А. П. Водоподготовка: процессы и аппараты: учебное пособие / под ред. О. И. Мартыновой. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — 272 с.
- 9*. Стерман Л.С., Покровский В.Н. Химические и термические методы обработки воды на ТЭС: учебное пособие. – М.: Энергия, 1981. – 232 с.
10. Комиссаренков А.А. и др. Основы водоподготовки в целлюлозно-бумажной промышленности и теплоэнергетике: учеб.-метод. пособие. СПбГТУРП - СПб., 2012. - 85 с. – Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/vodopodgot.htm>. - ЭБ ВШТЭ
- 11*. Беликов С.Е. Водоподготовка. Справочник для профессионалов / под ред. С. Е. Беликова. — М.: Аква-Терм, 2007. — 240 с. Режим доступа: http://aquasorbent.ru/Articles/Pro_Info/vodopodgotovka_belikov_2007.pdf.

* - источники, помеченные звездочкой, находятся в открытом доступе на <http://www.twirpx.com/>

IV. СОРБЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Общая характеристика сорбционных процессов

1. Сорбционное взаимодействие. Понятия: сорбция и адсорбция, сорбаты и сорбенты.
2. Причины, механизм и термодинамика сорбционных процессов. Энергия Гиббса. Поверхностное натяжение, как фактор интенсивности поверхностной энергии.
3. Природа сорбционных сил. Физическая сорбция и хемосорбция. Ионнообменная сорбция. Энергия сорбционного взаимодействия.
4. Обратимость сорбционных процессов.
5. Сорбенты, их состав и структура. Матрица, функциональные группы сорбентов

Классификация сорбентов

6. Пористая структура сорбентов. Классификация сорбентов по размеру и однородности пор.
7. Классификация сорбентов по природе (органические и неорганические) и происхождению исходного сырья (природные и синтетические сорбенты).
Примеры.
8. Дисперсные и формованные сорбенты. Их разновидности.
9. Иониты, их строение, состав и свойства. Механизм ионообменного взаимодействия.
10. Примеры природных и синтетических ионитов. Полимеризационные и поликонденсационные ионообменные смолы.
11. Классификация ионитов по знаку заряда обмениваемых ионов и степени диссоциации функциональных групп.
12. Структурная классификация ионитов: гелевые, изопористые, макропористые.
Физико-химические и технологические характеристики сорбентов
13. Физико-химические характеристики сорбентов: гранулометрический состав, истинная плотность, насыпной вес, влажность, механическая прочность, химическая стойкость и термическая устойчивость. Методы их определения.
14. Набухаемость органических ионитов. Факторы, определяющие степень набухания ионита: строение и состав матрицы, природа и количество функциональных групп, температура, кислотность среды.
15. Методы определения набухаемости и критерии ее оценки.
16. Селективность ионитов. Ряды селективности. Коэффициенты распределения.
17. Сорбционная емкость. Статическая (СОЕ) и динамическая обменная емкость (ДОЕ) ионитов. Полная динамическая обменная емкость (ПДОЕ). Методы оценки этих показателей. Расчетные формулы.
18. Влияние pH на обменную емкость катионитов, анионитов и амфотерных ионитов различной силы
19. Характеристика обменных групп ионита, определение их концентрации и степени диссоциации на основе результатов потенциометрического титрования.

20. Сравнительный анализ кривых потенциметрического титрования сильнокислотных и слабокислотных катионитов, сильноосновных и слабоосновных анионитов.
21. Определение кислотно-основных групп поверхности неорганического ионита методом потенциметрического титрования.
22. Идентификация и количественная оценка кислотно-основных групп сорбента методом фотометрии.
23. Удельная поверхность сорбента. Методы ее определения по адсорбции химически инертных газов и органических красителей. Примеры.
24. Определения активности угля по йодному числу.
25. Определение активности угля по адсорбции метиленового голубого.

Закономерности сорбционных процессов

26. Кинетические свойства сорбентов. Кинетические кривые сорбции, их построение и анализ.
27. Критерии оценки кинетических свойств сорбента: время установления сорбционного равновесия, константа скорости сорбционного процесса.
28. Механизм, основные стадии и кинетика ионного обмена.
29. Определение лимитирующей стадии ионного обмена методом прерывания сорбции.
30. Характеристика внутридиффузионных процессов сорбции. Коэффициент диффузии.
31. Математическое моделирование кинетики сорбции. Уравнение внутридиффузионной кинетики. Расчет эффективных коэффициентов диффузии и константы скорости сорбции.
32. Сорбционное равновесие. Равновесие ионного обмена. Изотермы сорбции, их построение, формы и анализ.
33. Классификация изотерм сорбции. Выбор модели изотермы сорбции.
34. Уравнение изотермы Ленгмюра для мономолекулярной адсорбции. Константа адсорбционного равновесия. Определение предельной емкости монослоя сорбента.
35. Изотерма адсорбции Фрейдлиха на неоднородной поверхности сорбента. Уравнение изотермы Фрейдлиха и вычисление ее констант.
36. Ступенчатые изотермы полимолекулярной адсорбции. Уравнение Фрумкина.
37. Критерии оценки природы сорбционного взаимодействия на основе кинетических кривых и изотерм сорбции.

38. Методы поверхностного модифицирования сорбционных материалов: хемосорбционная модификация, электромагнитная обработка сорбента.

Основы сорбционных технологий

39. Применение сорбентов в химической технологии органических и неорганических веществ, минеральных удобрений и в гидрометаллургической промышленности.
40. Типовые методы ионообменного получения электролитов различных классов и свойств: кислот, оснований, солей, комплексные соединения, малорастворимые соединения, в том числе наноразмерных.
41. Сорбционные технологии для подготовки воды в теплоэнергетике и в химической промышленности: обескремнивание, обезжелезивание, обесцвечивание и обескислороживание воды.
42. Сорбционные методы очистки сточных вод от ионов жесткости и тяжелых металлов.
43. Применение сорбентов в аналитической химии: концентрирование микропримесей, разделение смешанных композиций, бумажная осадочная хроматография, растворение малорастворимых веществ с помощью ионитов.
44. Технология ионообменного синтеза заданных продуктов.
45. Выбор сорбента для очистки органических препаратов от примесей.
46. Применение сорбционных процессов в медицине и фармакологии: сорбционные методы концентрирования и очистки крови, выделения и очистки вирусов; получение ферментов и изучение сорбционных свойств энтеросорбентов.
47. Применение наполнителей, пигментов и носителей, обладающих сорбционной функцией в технологии ЦБП.

Рекомендуемая литература

1. Комиссаренков А.А. Федорова О.В. Сорбционные технологии. Определение свойств сорбентов: учеб.-метод. пособие. - СПб СПбГТУРП, 2015.- 44 с.— Режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/metod/kaftbik/9.pdf>.— ЭБС ВШТЭ.
2. Волынский А.Л. Бакеев Н.Ф. Роль поверхностных явлений в структурно-механической поведении твердых полимеров [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые данные.— М.: Физматлит, 2014.— 534 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30195>.— ЭБС «IPRbooks».
3. Валова (Копылова) В.Д. Паршина Е.И. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: практикум. — Электрон.

текстовые данные.— М.: Дашков и К, 2015.— 199 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10905>.— ЭБС «IPRbooks».

4. Коллоидная химия [Электронный ресурс]: практические работы для студентов 4 курса дневного отделения, обучающихся по специальности 050101.65 (032300) – «Химия» и направлению 540101.61 – «Химическое образование» — Электрон. текстовые данные.— М.: Московский городской педагогический университет, 2010.— 52 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26502>.— ЭБС «IPRbooks».

5. Товбин Ю.К. Молекулярная теория адсорбции в пористых телах [Электронный ресурс.— Электрон. текстовые данные.— М.: Физматлит, 2012.— 624 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24510>.— ЭБС «IPRbooks».

6. Балохонов Р.Р. Болеста А.В., Бондарь М.П. Поверхностные слои и внутренние границы раздела в гетерогенных материалах [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2006. — 520 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/15808>.— ЭБС «IPRbooks».

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Предисловие.....	3
1. Аналитическая химия.....	4
Предмет аналитической химии.....	4
Химические методы анализа.....	4
Практика титриметрического анализа. Основные расчетные формулы..	4
Равновесия в титриметрическом анализе.....	5
2. Физико-химические методы анализа.....	8
Электрохимические методы анализа.....	8
Потенциометрия.....	8
Кулонометрия.....	9
Кондуктометрия.....	10
Оптические методы анализа.....	11
Хроматографические методы анализа.....	12
3. Водоподготовка в химической технологии.....	15
4. Сорбционные технологии.....	18
Общая характеристика сорбционных процессов.....	18
Классификация сорбентов.....	18
Закономерности сорбционных процессов.....	19
Основы сорбционных технологий.....	20