

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Талорский Д.А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Спецпрактикум: Физико-химические методы исследования координационных соединений в растворах Б1.В.ОД.16

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия

Профиль подготовки: Неорганическая химия

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Бухаров М.С. , Бычкова Т.И. , Зиятдинова А.Б.

Рецензент(ы):

Улахович Н.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Амиров Р. Р.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 7104817

Казань
2017

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) старший преподаватель, к.н. Бухаров М.С. Кафедра неорганической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова , Mihail.Buharov@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Бычкова Т.И. Кафедра неорганической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова , Tamara.Buchkova@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Зиятдинова А.Б. Кафедра неорганической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова , Anna.Ziyatdinova@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) спецпрактикума: Физико-химические методы исследования координационных соединений в растворах (оптические, электрохимические, радиоспектроскопические, магнетохимические) являются ознакомление студентов с теоретическими положениями и основными приемами исследования реакций комплексообразования в растворах при использовании указанных методов; анализ экспериментальных данных для получения информации о составе, устойчивости и строении координационных соединений в растворах.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.16 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 04.03.01 Химия и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Спецпрактикум: Физико-химические методы исследования координационных соединений в растворах (оптические, электрохимические, радиоспектроскопические, магнетохимические) относится к вариативной части блока дисциплин и тесно связана с общими математическими, естественно-научными дисциплинами и общепрофессиональными дисциплинами. Освоение этой дисциплины требует предварительной физико-математической подготовки по широкому спектру курсов, читаемых в Химическом институте им. А.М. Бутлерова в необходимом объеме (физика, математика, неорганическая химия, физическая химия. аналитическая химия, координационная химия). По отношению к этим курсам 'Спецпрактикум: Физико-химические методы исследования координационных соединений в растворах (оптические, электрохимические, радиоспектроскопические, магнетохимические)' выступают как последующая, интегральная, междисциплинарная дисциплина.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|---|---|
| ОК-6 (общекультурные компетенции) | способностью работать в коллективе, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия |
| ОК-7 (общекультурные компетенции) | способностью к самоорганизации и самообразованию |
| ОПК-1 (профессиональные компетенции) | способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач |
| ОПК-3 (профессиональные компетенции) | способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности |
| ОПК-6 (профессиональные компетенции) | знанием норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях |

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|--|---|
| ПК-1 (профессиональные компетенции) | способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам |
| ПК-3 (профессиональные компетенции) | владением системой фундаментальных химических понятий |
| ПК-4 (профессиональные компетенции) | способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов |
| ПК-7 (профессиональные компетенции) | владением методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

знать физическую сущность явлений, лежащих в основе указанных методов и связь с химическими процессами (с числом и составом образующихся частиц в растворе).

2. должен уметь:

уметь ориентироваться в возможностях и ограничениях используемых методов для аналитических целей и для исследования реакций комплексообразования.

3. должен владеть:

владеть теоретическими знаниями, позволяющими установить взаимосвязь между методами расчета состава и концентраций в растворе и их оптическими, электрохимическими, радиоспектроскопическими характеристиками.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

демонстрировать способность и готовность работы на спектрофотометрах, потенциометрах, рН-метрах, релаксометрах, демонстрировать постановки эксперимента при изучении реакций комплексообразования, выбор метода расчета и интерпретации полученных результатов с использованием указанных методов.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) 216 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

| N | Раздел Дисциплины/ Модуля | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Текущие формы контроля |
|----|---|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 1. | Тема 1. Знакомство с устройством потенциометра. Компенсационная схема измерения эдс. Определение потенциалов электродов сравнения (каломельного, хлорсеребряного). | 7 | 1 | 0 | 0 | 6 | |
| 2. | Тема 2. Определение состава и устойчивости комплексов методом измерения потенциалов металлических электродов. | 7 | 2 | 0 | 0 | 6 | |
| 3. | Тема 3. Определение окислительно-восстановительного потенциала электрода; состава и устойчивости комплексов методом измерения окислительно-восстановительных потенциалов. | 7 | 3,4 | 0 | 0 | 8 | |
| 4. | Тема 4. Определение состава и устойчивости разнолигандных комплексных соединений. | 7 | 5 | 0 | 0 | 6 | |
| 5. | Тема 5. рН-метрический метод исследования равновесий. Приготовление буферных растворов | 7 | 6 | 0 | 0 | 4 | |
| 6. | Тема 6. Определение концентрационных констант диссоциации слабых кислот и оснований. | 7 | 7 | 0 | 0 | 4 | |
| 7. | Тема 7. Определение состава и устойчивости комплексов методом рН метрического титрования. | 7 | 8 | 0 | 0 | 6 | |

| N | Раздел Дисциплины/ Модуля | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Текущие формы контроля |
|-----|--|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 8. | Тема 8. Правила работы с оптическими приборами Схемы работы приборов. Приготовление рабочих растворов. Выбор оптимальных концентраций ионов металлов, лигандов, рН при СФ-исследовании комплексов. | 7 | 9 | 0 | 0 | 6 | |
| 9. | Тема 9. Снятие спектра поглощения исследуемого комплекса, выбор рабочей длины волны, светофильтра. Проверка подчинения исследуемой системы закону Бееера. | 7 | 10 | 0 | 0 | 8 | |
| 10. | Тема 10. Определение состава комплекса по методу изомольных серий. | 7 | 11 | 0 | 0 | 8 | |
| 11. | Тема 11. Определение состава и устойчивости комплексного соединения по методу сдвига равновесия. | 7 | 1 | 0 | 0 | 8 | |
| 12. | Тема 12. Определение устойчивости комплексных соединений при ступенчатом комплексообразовании. | 7 | 2 | 0 | 0 | 10 | |
| 13. | Тема 13. СФ-определение констант диссоциации органических реагентов. | 7 | 3 | 0 | 0 | 6 | |
| 14. | Тема 14. Правила работы в лаборатории физико-химических методов исследования. | 7 | 4 | 0 | 0 | 6 | |
| 15. | Тема 15. Подготовка образцов растворов для определения времен релаксации пара-магнитных солей. | 7 | 5 | 0 | 0 | 6 | |

| N | Раздел Дисциплины/ Модуля | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Текущие формы контроля |
|-----|---|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 16. | Тема 16. Анализ образцов исследуемых равновесных систем на релаксометре ЯМР | 7 | 6 | 0 | 0 | 6 | |
| 17. | Тема 17. Исследование зависимости скорости релаксации протонов в растворах исследуемого пара-магнитного центра от молярной концентрации последнего. | 7 | 7 | 0 | 0 | 6 | |
| 18. | Тема 18. Изучение состава и устойчивости моноядерного комплексного соединения по методу сдвига равновесия по релаксационным данным. | 7 | 8 | 0 | 0 | 6 | |
| 19. | Тема 19. Изучение многоядерных равновесных систем методом ЯМ-релаксации | 7 | 9 | 0 | 0 | 6 | |
| 20. | Тема 20. Определение магнитной восприимчивости методом вискозиметра | 7 | 10 | 0 | 0 | 5 | Контрольная работа |
| | Тема . Итоговая форма контроля | 7 | | 0 | 0 | 0 | Зачет |
| | Итого | | | 0 | 0 | 127 | |

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Знакомство с устройством потенциометра. Компенсационная схема измерения эдс Определение потенциалов электродов сравнения (каломельного, хлорсеребряного).

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Потенциометрический метод исследования равновесий в растворах. Гальванические цепи. Электродные потенциалы. Уравнение Нернста. Определение потенциалов электродов сравнения

Тема 2. Определение состава и устойчивости комплексов методом измерения потенциалов металлических электродов.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Индикаторные электроды. Зависимость потенциала индикаторного электрода от температуры, фонового электролита. Компенсационная схема измерения эдс. Изучение комплексных соединений Cu^{2+} , Ag^{+} .

Тема 3. Определение окислительно-восстановительного потенциала электрода; состава и устойчивости комплексов методом измерения окислительно-восстановительных потенциалов.

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Окислительно-восстановительные системы. Окислительно-восстановительный потенциал системы $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$. Изучение комплексных соединений Fe^{3+} со фторид-ионами.

Тема 4. Определение состава и устойчивости разнолигандных комплексных соединений.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Изучение разнолигандных комплексных соединений Cu^{2+} , Ag^{+} .

Тема 5. pH-метрический метод исследования равновесий. Приготовление буферных растворов

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Приготовление буферных растворов и измерение pH буферных растворов.

Тема 6. Определение концентрационных констант диссоциации слабых кислот и оснований.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Определение pH-метрическим методом констант диссоциации слабых кислот (муравьиной, уксусной, молочной, щавелевой) слабых оснований (аммиака, этилендиамина).

Тема 7. Определение состава и устойчивости комплексов методом pH метрического титрования.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Определение pH-метрическим методом состава и констант устойчивости аммиачных комплексов Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} и др.

Тема 8. Правила работы с оптическими приборами Схемы работы приборов. Приготовление рабочих растворов. Выбор оптимальных концентраций ионов металлов, лигандов, pH при СФ-исследовании комплексов.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Расчет оптимальных концентраций растворов в спектрофотометрии. Приготовление рабочих растворов. Выбор светофильтра при работе на фотоэлектроколориметрах или длины волны при работе на СФ для комплексов меди(II) с нитрозо-R-солью; комплексов цинка(II), никеля(II), алюминия(III) с ксиленоловым оранжевым; меди(II) с этилендиамином.

Тема 9. Снятие спектра поглощения исследуемого комплекса, выбор рабочей длины волны, светофильтра. Проверка подчинения исследуемой системы закону Бееера.

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Проверка подчинения комплексов основному закону светопоглощения. Определение концентрации неизвестного раствора (на примере комплексов меди(II) с нитрозо-R-солью; комплексов цинка(II), никеля(II), алюминия(III) с ксиленоловым оранжевым; меди(II) с этилендиамином).

Тема 10. Определение состава комплекса по методу изомолярных серий.

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Определение состава комплексов по методу изомолярных серий: (медь (II)-трилон Б, железо (III) ?сульфосалициловая, салициловая кислоты).

Тема 11. Определение состава и устойчивости комплексного соединения по методу сдвига равновесия.

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Определение состава и устойчивости комплексов по методу сдвига равновесия: (железо(III)-сульфосалициловая, салициловая кислоты, цинк (II), никель (II), алюминий(III) - ксиленоловый оранжевый).

Тема 12. Определение устойчивости комплексных соединений при ступенчатом комплексообразовании.

лабораторная работа (10 часа(ов)):

Определение состава и устойчивости комплексов при ступенчатом комплексообразовании по методу соответственных растворов (медь (II)-нитрозо-R-соль).

Тема 13. СФ-определение констант диссоциации органических реагентов.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Определение констант кислотной диссоциации окрашенных органических реагентов: (нитрозо-R-соль, метилоранж, тимоловый синий, 1-нитрозо-2-нафтол).

Тема 14. Правила работы в лаборатории физико-химических методов исследования.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Приготовление рабочих растворов. парамагнитных солей и сопутствующих реагентов (растворы кислот и оснований).

Тема 15. Подготовка образцов растворов для определения времен релаксации пара-магнитных солей.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Ядерный магнитный резонанс -теория и практика. Ядерные магнитные моменты. Магнитная восприимчивость. Уровни энергии ядерного момента в магнитном поле. Распределение ядерных спинов в магнитном поле. Время спин ? решеточной релаксации. Магнитное резонансное поглощение.

Тема 16. Анализ образцов исследуемых равновесных систем на релаксметре ЯМР

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Релаксация ядер в чистых жидкостях. Релаксация ядер в растворах парамагнитных солей. Подготовка образцов для определения времен спин спиновой релаксаии растворов пара-магнитных солей ионов железа (III)

Тема 17. Исследование зависимости скорости релаксации протонов в растворах исследуемого пара-магнитного центра от молярной концентрации последнего.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Исследование зависимости скорости релаксации протонов в водных растворах исследуемого парамаг-нитного центра от молярной концен-трации

Тема 18. Изучение состава и устойчивости моноядерного комплексного соединения по методу сдвига равновесия по релаксационным данным.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Определение состава и устойчивости моноядерного комплексного соединения по методу сдвига равновесия по релаксационным данным.

Тема 19. Изучение многоядерных равновесных систем методом ЯМ-релаксации

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Описание многоядерных равновесных систем систем методом ЯМ-релаксации

Тема 20. Определение магнитной восприимчивости методом вискозиметра

лабораторная работа (5 часа(ов)):

Определение магнитной восприимчивости методом вискозиметра

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

| N | Раздел Дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|----|---|---------|--------------------|--|---------------------------|---|
| 1. | Тема 1. Знакомство с устройством потенциометра. Компенсационная схема измерения эдс. Определение потенциалов электродов сравнения (каломельного, хлорсеребряного). | 7 | 1 | подготовка домашнего задания | 4 | домашнее задание |
| 2. | Тема 2. Определение состава и устойчивости комплексов методом измерения потенциалов металлических электродов. | 7 | 2 | подготовка домашнего задания | 6 | домашнее задание |
| 3. | Тема 3. Определение окислительно-восстановительного потенциала электрода; состава и устойчивости комплексов методом измерения окислительно-восстановительных потенциалов. | 7 | 3,4 | подготовка домашнего задания | 6 | домашнее задание |
| 4. | Тема 4. Определение состава и устойчивости разнолигандных комплексных соединений. | 7 | 5 | подготовка домашнего задания | 6 | домашнее задание |
| 5. | Тема 5. рН-метрический метод исследования равновесий. Приготовление буферных растворов | 7 | 6 | подготовка домашнего задания | 4 | домашнее задание |
| 6. | Тема 6. Определение концентрационных констант диссоциации слабых кислот и оснований. | 7 | 7 | подготовка домашнего задания | 4 | домашнее задание |
| 7. | Тема 7. Определение состава и устойчивости комплексов методом рН метрического титрования. | 7 | 8 | подготовка домашнего задания | 4 | домашнее задание |

| N | Раздел Дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|-----|--|---------|--------------------|--|---------------------------|---|
| 8. | Тема 8. Правила работы с оптическими приборами Схемы работы приборов. Приготовление рабочих растворов. Выбор оптимальных концентраций ионов металлов, лигандов, pH при СФ-исследовании комплексов. | 7 | 9 | подготовка домашнего задания | 4 | домашнее задание |
| 9. | Тема 9. Снятие спектра поглощения исследуемого комплекса, выбор рабочей длины волны, светофильтра. Проверка подчинения исследуемой системы закону Бееера. | 7 | 10 | подготовка домашнего задания | 6 | домашнее задание |
| 10. | Тема 10. Определение состава комплекса по методу изомольярных серий. | 7 | 11 | подготовка домашнего задания | 6 | домашнее задание |
| 11. | Тема 11. Определение состава и устойчивости комплексного соединения по методу сдвига равновесия. | 7 | 1 | подготовка домашнего задания | 5 | домашнее задание |
| 12. | Тема 12. Определение устойчивости комплексных соединений при ступенчатом комплексообразовании. | 7 | 2 | подготовка домашнего задания | 4 | домашнее задание |
| 13. | Тема 13. СФ-определение констант диссоциации органических реагентов. | 7 | 3 | подготовка домашнего задания | 4 | домашнее задание |
| 14. | Тема 14. Правила работы в лаборатории физико-химических методов исследования. | 7 | 4 | подготовка домашнего задания | 4 | домашнее задание |
| 15. | Тема 15. Подготовка образцов растворов для определения времен релаксации пара-магнитных солей. | 7 | 5 | подготовка домашнего задания | 4 | домашнее задание |

| N | Раздел Дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|-----|---|---------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 16. | Тема 16. Анализ образцов исследуемых равновесных систем на релаксометре ЯМР | 7 | 6 | подготовка домашнего задания | 4 | домашнее задание |
| 17. | Тема 17. Исследование зависимости скорости релаксации протонов в растворах исследуемого пара-магнитного центра от молярной концентрации последнего. | 7 | 7 | подготовка домашнего задания | 4 | домашнее задание |
| 18. | Тема 18. Изучение состава и устойчивости моноядерного комплексного соединения по методу сдвига равновесия по релаксационным данным. | 7 | 8 | подготовка домашнего задания | 4 | домашнее задание |
| 19. | Тема 19. Изучение многоядерных равновесных систем методом ЯМ-релаксации | 7 | 9 | подготовка домашнего задания | 4 | домашнее задание |
| 20. | Тема 20. Определение магнитной восприимчивости методом вискозиметра | 7 | 10 | подготовка к контрольной работе | 2 | контрольная работа |
| | Итого | | | | 89 | |

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Освоение дисциплины спецпрактикум "Физико-химические методы исследования координационных соединений в растворах" предполагает использование как традиционных (практические занятия с использованием методических материалов), так и инновационных образовательных технологий с использованием в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий:

- интерактивный опрос по разделам на лабораторных работах;
- разбор конкретных вопросов после интерактивного опроса;
- разбор конкретной ситуации: "Использование ЯМР-метода для исследования комплексообразования";
- разбор конкретной ситуации: "Использование потенциметрического метода для исследования комплексообразования";
- разбор конкретной ситуации: "Использование оптических методов для исследования комплексообразования".

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Знакомство с устройством потенциометра. Компенсационная схема измерения эдс. Определение потенциалов электродов сравнения (каломельного, хлорсеребряного).

домашнее задание , примерные вопросы:

Устройство потенциометра. Электроды сравнения: каломельные, хлорсеребряный, ртутносulfатный. Хингидронный электрод. Определение потенциалов электродов сравнения.

Тема 2. Определение состава и устойчивости комплексов методом измерения потенциалов металлических электродов.

домашнее задание , примерные вопросы:

Потенциометрическое изучение комплексных соединений серебра(I), меди(I).

Тема 3. Определение окислительно-восстановительного потенциала электрода; состава и устойчивости комплексов методом измерения окислительно-восстановительных потенциалов.

домашнее задание , примерные вопросы:

Потенциометрическое изучение комплексных соединений железа(III) со фторид-ионами.

Определение состава и устойчивости фторидных комплексов железа(III).

Тема 4. Определение состава и устойчивости разнолигандных комплексных соединений.

домашнее задание , примерные вопросы:

Определение состава и устойчивости гетеролигандных комплексных соединений (сульфитно-хлоридные комплексы меди(1), тиомочевинно-бромидные комплексы меди (1)).

Тема 5. рН-метрический метод исследования равновесий. Приготовление буферных растворов

домашнее задание , примерные вопросы:

рН-метрический метод исследования равновесий в растворах. Приготовление ацетатных буферных смесей, аммиачных буферных смесей, фосфатных буферных смесей. Приготовление буферных смесей изборной кислоты и буры.

Тема 6. Определение концентрационных констант диссоциации слабых кислот и оснований.

домашнее задание , примерные вопросы:

рН-метрическое определение констант диссоциации муравьиной, уксусной, щавелевой кислот и аммиака.

Тема 7. Определение состава и устойчивости комплексов методом рН метрического титрования.

домашнее задание , примерные вопросы:

рН-метрическое определение состава и констант устойчивости аммиакатов меди(II), никеля(II).

Тема 8. Правила работы с оптическими приборами. Схемы работы приборов. Приготовление рабочих растворов. Выбор оптимальных концентраций ионов металлов, лигандов, рН при СФ-исследовании комплексов.

домашнее задание , примерные вопросы:

Порядок работы на спектрофотометре и фотоколориметре. Выбор оптимальных концентраций ионов металла, лиганда и рН рабочих растворов. Представление результатов спектрофотометрического исследования в виде спектра поглощения. Определение молярного коэффициента поглощения при длине волны, отвечающей максимуму оптической плотности раствора.

Тема 9. Снятие спектра поглощения исследуемого комплекса, выбор рабочей длины волны, светофильтра. Проверка подчинения исследуемой системы закону Бера.

домашнее задание , примерные вопросы:

Электронные спектры поглощения. Природа спектров поглощения. Основной закон светопоглощения. Проверка подчинения исследуемой системы закону Бееера. Проработать гл.3 учебно-методического пособия "Физико-химические методы исследования координационных соединений в растворах" Сапрыковой З.А., Боос Г.А., Захарова А.В. Казань, изд-во КГУ, 1988. Проработать гл.3 учебно-методического пособия "Физико-химические методы исследования координационных соединений в растворах" Сапрыковой З.А., Боос Г.А., Захарова А.В. Казань, изд-во КГУ, 1988. Проработать гл.3 учебно-методического пособия "Физико-химические методы исследования координационных соединений в растворах" Сапрыковой З.А., Боос Г.А., Захарова А.В. Казань, изд-во КГУ, 1988.

Тема 10. Определение состава комплекса по методу изомолярных серий.

домашнее задание , примерные вопросы:

Выбор оптимальных условий изучения равновесий реакций комплексообразования. Метод изомолярных серий. Проработать гл.3 учебно-методического пособия "Физико-химические методы исследования координационных соединений в растворах" Сапрыковой З.А., Боос Г.А., Захарова А.В. Казань, изд-во КГУ, 1988

Тема 11. Определение состава и устойчивости комплексного соединения по методу сдвига равновесия.

домашнее задание , примерные вопросы:

Метод сдвига равновесий. Основы метода.

Тема 12. Определение устойчивости комплексных соединений при ступенчатом комплексообразовании.

домашнее задание , примерные вопросы:

Определение ступенчатых и общих констант устойчивости аммиакатов никеля(II), цинка(II), кадмия(II).

Тема 13. СФ-определение констант диссоциации органических реагентов.

домашнее задание , примерные вопросы:

Спектрофотометрическое определение равновесных констант диссоциации лигандов - органических слабых кислот.

Тема 14. Правила работы в лаборатории физико-химических методов исследования.

домашнее задание , примерные вопросы:

Основы метода ЯМР. Понятие о временах релаксации. Знакомство с приборами ЯМР-релаксометр (миниспек-2). Приготовление рабочих растворов парамагнитных солей и сопутствующих реагентов (растворы кислот и оснований).

Тема 15. Подготовка образцов растворов для определения времен релаксации пара-магнитных солей.

домашнее задание , примерные вопросы:

Планирование эксперимента и методика приготовления образцов исследуемых равновесных систем.

Тема 16. Анализ образцов исследуемых равновесных систем на релаксометре ЯМР

домашнее задание , примерные вопросы:

Экспериментальное наблюдение ЯМР. Методы измерения времен релаксации.

Тема 17. Исследование зависимости скорости релаксации протонов в растворах исследуемого пара-магнитного центра от молярной концентрации последнего.

домашнее задание , примерные вопросы:

Времена релаксации в растворах парамагнитных ионов. Уравнения Бломбергера-Соломона

Тема 18. Изучение состава и устойчивости моноядерного комплексного соединения по методу сдвига равновесия по релаксационным данным.

домашнее задание , примерные вопросы:

Влияние комплексообразования на скорости релаксации. Связь коэффициента релаксационной эффективности с равновесными параметрами комплексной частицы в растворе.

Тема 19. Изучение многоядерных равновесных систем методом ЯМ-релаксации

домашнее задание , примерные вопросы:

Магнитные свойства моно- и полиядерных комплексных соединений. Магнитные свойства полиядерных и кластерных соединений.

Тема 20. Определение магнитной восприимчивости методом вискозиметра

контрольная работа , примерные вопросы:

Билеты к контрольной работе приведены в разделе "Прочее"

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

БИЛЕТЫ к контрольной работе по "оптике"

Билет 1

1. Абсорбционный метод исследования (СФ-метрия, фотоколориметрия) - для каких систем применяется (гомогенных, гетерогенных, окрашенных, неокрашенных)?
2. С чем связано возникновение окраски в водных растворах при подкислении соединений ванадия (V)?
3. Как влияет повышение рН на состав образующихся комплексов, если лиганд - слабая многоосновная кислота?

Билет 2

1. Одинаковы ли оптические характеристики входящего и выходящего световых потоков в абсорбционном методе, в методах нефелометрии, турбидиметрии?
2. С чем связана окраска соединений ванадия (IV)?
3. СФ- определение константы диссоциации окрашенных реагентов.

Билет 3

1. Оптические характеристики окрашенного вещества. Влияние комплексообразования.
2. Что такое термы? Основной терм для иона марганца(II).
3. Будут ли окрашены соединения марганца(II) ?

Билет 4

1. Как возникает восприятие цвета? Спектральный цвет, дополнительный цвет. Черное вещество, белое вещество.
2. Что такое связь Рассела Саундерса (LS) ?
3. Метод сдвига равновесий- для каких целей применяется, ограничения метода.

Билет 5

1. Какие оптические характеристики могут меняться при комплексообразовании? Батохромный, гипсохромный сдвиги.
2. Основной терм для рения(VI). Окрашены ли соединения рения(VI)?
3. Что такое изобестические точки - о чем свидетельствует их появление?

Билет 6

1. Как энергия излучения связана с длиной волны? Единицы измерения длины волны. Что такое частота излучения, волновое число? Диапазон длин волн видимого излучения.
2. Как объясняют окраску перманганат- иона?
3. В каких случаях при комплексообразовании используют вторичные концентрационные переменные? Функция образования (n) - как записывается, физический смысл?

Билет 7

1. Основной закон светопоглощения. Дайте пояснения обозначениям. Что значит- окрашенная система подчиняется закону БЛБ ?
2. Какие растворы называются изомолярными? Для каких целей и в каких случаях может быть применен метод изомолярных серий (метод Жоба)?

3. В каких случаях для объяснения окраски соединений применяют теорию кристаллического поля? Приведите примеры.

Билет 8

1. Что значит - в системе наблюдается отклонение от закона БЛБ и почему это может иметь место?
2. Чувствительность спектрофотометрической реакции - чем определяется?
3. Основной терм для марганца (III)? Окрашены ли соединения марганца (III) и почему?

Билет 9

1. Что такое спектр поглощения? Характеристики спектра, что они отражают?
2. Параметр расщепления - от каких факторов зависит?
3. Функция образования (Бьеррума) - в каких случаях используется при расчетах параметров комплексообразования ?

Билет 10

1. Молярный коэффициент поглощения. Физический смысл, размерность, от каких факторов зависит?
2. Правила отбора.
3. Правила отбора "запрещают" электронные переходы в соединениях марганца(II).Как объясняют слабозеленую окраску кристаллогидратов солей марганца(II)?

Билет ♦ 11

- 1.Исследование процессов комплексообразования методом измерения окислительно-восстановительных потенциалов.
- 2.Адсорбционные явления на ртутном капельном электроде.
- 3.Методы определения состава и устойчивости комплексных соединений по данным потенциометрических измерений. Метод соответственных растворов.

Билет ♦ 12

- 1.Ионселективные электроды.
- 2.Металл-комплексные электроды.
- 3.Методы определения состава и устойчивости, комплексных соединений по данным потенциометрических измерений. Метод Ледена.

Билет ♦ 13

- 1.Электроды первого рода. Кислородный электрод.
- 2.Уравнение обратимой полярографической волны.
- 3.Стеклообразный электрод.

Билет ♦ 14

- 1.Факторы искажающие форму полярографических кривых.
- 2.Потенциометрическое определение равновесной концентрации иона металла.
- 3.Полярографический метод исследования. Общая характеристика полярографической волны.

Билет ♦ 15

- 1.Основные понятия электрохимии: электрод, гальванический элемент, ЭДС гальванического элемента, обратимый электрод.
- 2.Метод Бьеррума.
- 3.Определение кислотности в неводных средах.

Билет ♦ 16

- 1.Исследование комплексообразования в системах с разнородными лигандами (определение состава и устойчивости).
- 2.Кинетические токи в полярографии.
3. Кислотность растворов. Функция кислотности Гаммета

Билет ♦ 17

- 1.Металл-оксидные электроды. Сурьмяный электрод.
- 2.Методы определения состава и устойчивости комплексных соединений по данным потенциометрических измерений. Метод Яцимирского.
- 3.Метод наименьших квадратов.

Билет ♦ 18

- 1.Анодные и катодные волны в полярографии. Уравнение Ильковича. Критерии обратимости электродных процессов.
- 2.Магнитные свойства ядер.
- 3.Ядерный резонанс.

Билет ♦ 19.

- 1.Магнитные свойства моно- и полиядерных комплексных соединений.
- 2.Метод Гуи.
- 3.Поведение ядерного магнитного момента в магнитном поле.

Билет ♦ 20

1. Экспериментальные методы определения магнитной восприимчивости
2. Релаксация ядер в парамагнитных жидкостях
3. Поведение ансамбля ядерных спинов в магнитном поле

Билет ♦ 21

1. Планирование эксперимента и методика приготовления образцов исследуемых равновесных систем
2. Экспериментальные основы метода ЭПР.
3. Магнитные свойства парамагнитных солей в растворах.

Примеры билетов к зачету

Билет 1

- 1.Экспериментальные методы определения магнитной восприимчивости
2. Магнитные свойства полиядерных и кластерных соединений.
3. Ионселективные электроды.

Билет ♦ 2.

- 1.Что такое терм? Вывод термов для атома или иона конфигурации p^2 . Приведите примеры атомов (ионов), имеющих такую конфигурацию.
- 2.Определение устойчивости комплексных соединений при ступенчатом комплексообразовании.
- 3.Поведение ансамбля ядерных спинов в магнитном поле

Билет ♦ 3

- 1.Закон Ламберта-Бугера-Бера. Причины отклонения от закона в растворах.
- 2.Диаграммы Оргела для ионов конфигурации d^2 в слабых полях лигандов. Правила отбора.
3. Методы определения состава и устойчивости, комплексных соединений по данным потенциометрических измерений. Метод Ледена.

Билет ♦ 4

1. Анодные и катодные волны в полярографии. Уравнение Ильковича. Критерии обратимости электродных процессов.
2. Метод Гуи.
3. Правила отбора "запрещают" электронные переходы в соединениях марганца(II).Как объясняют слабозеленую окраску кристаллогидратов солей марганца(II)?

7.1. Основная литература:

1. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия [Электронный ресурс] : учебник. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2014. ? 744 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50684
2. Белюстин, А.А. Потенциометрия: физико-химические основы и применения [Электронный ресурс] : учебное пособие. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2015. ? 334 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60646
3. Дамаскин, Б.Б. Электрохимия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2015. ? 671 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58166
4. Федотов М.А. Ядерный магнитный резонанс в неорганической и координационной химии. Растворы и жидкости [Электронный ресурс]. . - М.: Физматлит, 2010. - 384 с.
Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2151
5. Патрушева Т.Н. Сенсорика. Современные технологии микро- и нанoeлектроники: Учебное пособие [Электронный ресурс]. / Т.Н. Патрушева; Министерство образования и науки РФ. Сибирский федеральный университет. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2014. - 260 с.
Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=374604>
6. Каратаева, Ф.Х. Спектроскопия ЯМР в органической химии: [учебное пособие] / Ф. Х. Каратаева, В. В. Клочков. ? Казань: Казанский университет, 2013. ?; 21.Ч. 1: Общая теория ЯМР. Химические сдвиги ^1H и ^{13}C . ? 2013. ? 130 с.
7. Каратаева Ф.Х., Клочков В.В. Спектроскопия ЯМР в органической химии. Часть I. 2013. Подробности: http://kpfu.ru/publication?p_id=68614

7.2. Дополнительная литература:

1. Неорганическая химия: в 3 т.: учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению 510500 'Химия' и специальности 011000 'Хими' / [А. А. Дроздов, Ю. Д. Третьяков]; под. ред. Ю. Д. Третьякова. Москва: Академия, 2004- Т.1: Физико-химические основы неорганической химии. 2004. - 233с.
2. Комплексы металлов : учебное пособие для лекционного курса 'Химия комплексных соединений'. Казань : [Казанский университет], 2014. - 97 с.
3. Киселев Ю.М., Добрынина Н.А. Химия координационных соединений. - М.: Академия, 2007. - 352 с.
4. Спектрофотометрический метод исследования процессов комплексообразования в водных растворах и организованных средах: учебное пособие. Казань: [б. и.], 2009.-49 с.
5. Каратаева, Ф.Х. Спектроскопия ЯМР в органической химии / Ф. Х. Каратаева, В. В. Клочков ; Казан. гос. ун-т, Хим. ин-т им А.М. Бутлерова, Науч.-образоват. центр Казан. гос. ун-та 'Материалы и технологии XXI века'. Казань: Казанский государственный университет, 2007. - 154 с.
6. Будников, Г.К. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине [Электронный ресурс] : / Г.К. Будников, Г.А. Евтюгин, В.Н. Майстренко. ? Электрон. дан. ? М. : 'Лаборатория знаний' (ранее 'БИНОМ. Лаборатория знаний'), 2013. ? 417 с. ?
Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3159

7.3. Интернет-ресурсы:

Алексеев В. М. и др. Сборник задач по оптимизации: Теория, примеры, задачи - <http://www.krelib.com/matematika/1466>

Блументаль Г. Анорганикум: В 2-х т. Т. 2 - http://krelib.com/obshaja_i_neorganicheskaja_himija/3319

Единое окно доступа к образовательным ресурсам - <http://window.edu.ru/>

Каталог ссылок на химические ресурсы России и зарубежья - <http://www.chemport.ru>

Ф.Х. Каратаева, В.В. Клочков. Спектроскопия ЯМР в органической химии. Часть 1. Общая теория ЯМР. Химические сдвиги ^1H и ^{13}C . Казань: Издательство Казанского университета, 2013. ? 132 с. - http://kpfu.ru/publication?p_id=44583

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Спецпрактикум: Физико-химические методы исследования координационных соединений в растворах" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

Дисциплина обеспечена потенциометрами, спектрофотометрами, ЯМР-спектрометром, компьютерами, проекционной техникой, учебниками и Интернет-ресурсами.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 04.03.01 "Химия" и профилю подготовки Неорганическая химия .

Автор(ы):

Бычкова Т.И. _____

Зиятдинова А.Б. _____

Бухаров М.С. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Улахович Н.А. _____

"__" _____ 201__ г.