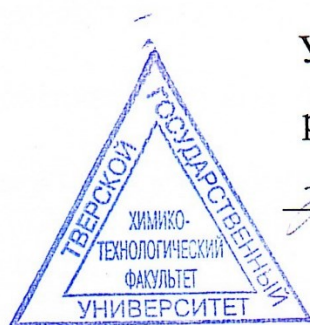


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: проректор
Дата подписания: 15.07.2025 11:16:34
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Утверждаю:

руководитель ООП

 Никольский В.М.

14 мая 2025

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Химическое равновесие

Направление подготовки

04.04.01 Химия

Направленность (профиль)

Аналитическая химия

Для студентов 2 курса очной формы обучения

Составитель: к.х.н., доцент Веселов И.Н.

Тверь, 2025

I. Аннотация

1. Цель и задачи дисциплины

Современный уровень развития электронно-вычислительной техники позволяет обрабатывать большой объем результатов физико-химического эксперимента, что создает условия для математического моделирования различных физико-химических процессов.

Моделирование химического равновесия стало наиболее фундаментальным методом кибернетики — науки об общих законах переработки информации в сложных системах, например, химических. По своей значимости этот метод сравним с экспериментально-наблюдательным и абстрактно-логическим методами. Построение адекватной модели объекта позволяет выработать рекомендации по управлению процессом и условиям проведения реального эксперимента. Совокупность вычислительных методов, алгоритмов решения этих задач для каждой области науки специфична. Поэтому и выделяется раздел, связанный с химическим равновесием. Метод математического моделирования сложных равновесии на основе законов действующих масс, сохранения вещества и заряда, методов математической статистики и планирования эксперимента, современных вычислительных алгоритмов, является важнейшим разделом образовательной подготовки магистра-аналитика, в значительной степени определяющим его потенциальные возможности и перспективы роста в избранной области. Кроме этого изучение настоящего курса необходимо в связи с актуальной задачей широкого внедрения ЭВМ в научно-исследовательскую практику химии.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Химическое равновесие» входит в Элективные дисциплины 6 обязательной части Блока 1. «Дисциплины» учебного плана.

Она закладывает знания для подготовки выпускной работы, научно-исследовательской работы. Дисциплина непосредственно связана с дисциплинами учебного плана направления 04.04.01 Химия, магистерская программа «Аналитическая химия»

3. Объем дисциплины: 6 зачетных единиц, 216 академических часов, в том числе:

контактная аудиторная работа: лекции - 15 часов, лабораторные работы - 75 часов, в т. ч. лабораторная практическая подготовка — 75 часов;

самостоятельная работа: 99 часов, контроль - 27 часов.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
---	---

ОПК-1 Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	ОПК-1.1 Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук ОПК-1.2 Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук
ОПК-2 Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	ОПК-2.1 Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретирует их ОПК-2.2 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения:

экзамен в 3-м семестре.

6. Язык преподавания: русский.

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа (час.)	Контроль
		Лекции	Практические (лабораторные) работы		
1. Введение	1	1			
Тема 2. Математическое моделирование химических равновесий	1	1			

Тема 3. Компьютерная программа для метода математического моделирования равновесий RSS.XLS	9	1	2	4	2
Тема 4. Моделирование кислотно-основных равновесий	2	1			1
Тема 5. Моделирование равновесий комплексообразования	10	1	3	5	1
Тема 6. Моделирование окислительно-восстановительных равновесий	37	4	20	10	3
Тема 7. Решение обратной задачи расчета химический равновесий	62	2	20	30	10
Тема 8. Расчет химических равновесий по pH-потенциометрическим данным	94	4	30	50	10
Итого	216	15	75	99	27

III Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

- Программа
- Вопросы итогового экзамена по дисциплине
- Сборник задач для самостоятельной работы: Рясенский С.С.

Математическое моделирование гомогенных химических равновесий Тверь, ТвГУ. 2011. 106 с.

IV.Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине : Химическое равновесие

Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК-1

Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
ОПК-1.1 Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук	Кейс 1. Смешали 50,0 мл раствора NaOH, 50,0 мл раствора лимонной кислоты (H_3Cit) и 20,0 мл раствора $CaCl_2$. Какова величина pCa ? Учитывать образование комплексов: $CaCit$, $Ca(Hcit)$, $CaOH$ (заряды опущены). $C(NaOH) = 0,0563$ М, $C(H_3Cit) = 0,0385$ М Рассчитать диапазон pH, в котором доминирует комплекс $CaCit$ При решении использовать специализированную программу RSS.EXL все предварительные вычисления рекомендуется проводить с точностью до 4-х значащих цифр. Соотношение $Ca : Cit$ принять в соответствии с условием задачи. 2. Дана кривая pH-титрования в виде таблицы. Известны исходные концентрации базисных частиц. Расчитать константы равновесий в растворе. Использовать программу New Dalsfek	Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – 3 балла; Дано верное решение, но допущены незначительные фактические ошибки, не искажающие общего смысла – 2 балла; • Имеется верное решение только части задания – 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»
ОПК-1.2 Использует современное оборудование, программное обеспечение и	1. Смешали 50,0 мл раствора NaOH, 50,0 мл раствора лимонной кислоты (H_3Cit) и 20,0 мл раствора $CaCl_2$. Какова	Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – 3 балла; Дано верное решение, но допущены

профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук	величина pCa ? Учитывать образование комплексов: $CaCit$, $Ca(Hcit)$, $CaOH$ (заряды опущены). $C(NaOH) = 0,0563$ М, $C(H_3Cit) = 0,0385$ М Рассчитать диапазон pH, в котором доминирует комплекс $CaCit$ При решении использовать специализированную программу $RSS.EXL$ все предварительные вычисления рекомендуется проводить с точностью до 4-х значащих цифр. Соотношение $Ca : Cit$ принять в соответствии с условием задачи. 2. Построить кривую титрования (в координатах $V(CaCl_2) - pCa$) 50,0 мл раствора тетранатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (Na_4L) и 10,0 мл раствора HCl - раствором $CaCl_2$. Дискретность добавления титранта – 1,0 мл. Всего на кривой не менее 100 точек. Учитывать увеличение объема титруемой смеси вследствие добавления титранта. Учитывать образование комплексов: CaL, $Ca(HL)$, $CaOH$ (заряды опущены). $C(CaCl_2) = 0,0270$ М, $C(Na_4L) = 0,0302$ М Рассчитать диапазон pH, в котором доминирует комплекс CaL При решении использовать специализированную программу $RSS.EXL$ все предварительные вычисления рекомендуется проводить с точностью до 4-х значащих цифр. Соотношение $Ca : L$ принять в соответствии с условием задачи.	несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла – 2 балла; • Имеется верное решение только части задания – 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»
--	---	---

Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК-2

Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
ОПК-2.1 Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретирует их	Кейс 1. Составить расширенный базис для указанной ниже системы. Смешали 50,0 мл раствора NaOH, 50,0 мл раствора лимонной кислоты (H_3Cit) и 20,0 мл раствора $CaCl_2$. Какова величина pCa ? Учитывать образование комплексов: $CaCit$, $Ca(Hcit)$, $CaOH$ (заряды опущены). $C(NaOH) = 0,0563$ М, $C(H_3Cit) = 0,0385$ М Рассчитать диапазон pH, в котором доминирует комплекс $CaCit$ При решении использовать специализированную программу RSS.EXL все предварительные вычисления рекомендуется проводить с точностью до 4-х значащих цифр. Соотношение $Ca : Cit$ принять в соответствии с условием задачи. 2. Составить расширенный базис для указанной ниже системы. Построить кривую титрования (в координатах $V(CaCl_2) - pCa$) 50,0 мл раствора тетранатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (Na_4L) и 10,0 мл раствора HCl - раствором $CaCl_2$. Дискретность добавления титранта – 1,0 мл. Всего на кривой не менее 100 точек. Учитывать увеличение объема титруемой смеси вследствие добавления титранта. Учитывать образование комплексов: CaL, $Ca(HL)$, $CaOH$ (заряды	Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – 3 балла; Дано верное решение, но допущены незначительные фактические ошибки, не искажающие общего смысла – 2 балла; • Имеется верное решение только части задания – 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»

	опущены). $C(\text{CaCl}_2) = 0,0270 \text{ M}$, $C(\text{Na}_4\text{L}) = 0,0302 \text{ M}$ Рассчитать диапазон pH, в котором доминирует комплекс CaL При решении использовать специализированную программу RSS.EXL все предварительные вычисления рекомендуется проводить с точностью до 4-х значащих цифр. Соотношение $\text{Ca} : \text{L}$ принять в соответствии с условием задачи.	
ОПК-2.2 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	1. Составить расширенный базис для указанной ниже системы. Смешали 50,0 мл раствора NaOH, 50,0 мл раствора лимонной кислоты (H_3Cit) и 20,0 мл раствора CaCl_2. Какова величина $p\text{Ca}$? Учитывать образование комплексов: CaCit, $\text{Ca}(\text{Hcit})$, CaOH (заряды опущены). $C(\text{NaOH}) = 0,0563 \text{ M}$, $C(\text{H}_3\text{Cit}) = 0,0385 \text{ M}$ Рассчитать диапазон pH, в котором доминирует комплекс CaCit При решении использовать специализированную программу RSS.EXL все предварительные вычисления рекомендуется проводить с точностью до 4-х значащих цифр. Соотношение $\text{Ca} : \text{Cit}$ принять в соответствии с условием задачи. 2. Составить расширенный базис для указанной ниже системы. Построить кривую титрования (в координатах $V(\text{CaCl}_2) - p\text{Ca}$) 50,0 мл раствора тетранатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (Na_4L) и 10,0 мл раствора HCl - раствором CaCl_2. Дискретность добавления титранта – 1,0 мл. Всего на кривой не менее 100 точек. Учитывать увеличение	Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – 3 балла; Дано верное решение, но допущены несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла – 2 балла; • Имеется верное решение только части задания – 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»

	объема титруемой смеси вследствие добавления титранта. Учитывать образование комплексов: CaL, Ca(HL), CaOH (заряды опущены). $C(\text{CaCl}_2) = 0,0270 \text{ M}$, $C(\text{Na}_4\text{L}) = 0,0302 \text{ M}$ Рассчитать диапазон pH, в котором доминирует комплекс CaL При решении использовать специализированную программу RSS.EXL все предварительные вычисления рекомендуется проводить с точностью до 4-х значащих цифр. Соотношение $\text{Ca} : \text{L}$ принять в соответствии с условием задачи. 3. Построить кривую титрования 100,0 мл раствора Na_3PO_4 раствором HCl. Дискретность добавления титранта – 1,0 мл. Всего на кривой не менее 100 точек. Учитывать увеличение объема титруемой смеси вследствие добавления титранта. $C(\text{HCl}) = 0,0484 \text{ M}$, $C(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 0,0240 \text{ M}$. При решении использовать специализированную программу RSS.EXL все предварительные вычисления рекомендуется проводить с точностью до 4-х значащих цифр. Покривой титрования найти константы равновесий (использовать программу New Dalsfek)	
--	---	--

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Рясенский С.С. Математическое моделирование гомогенных химических равновесий Тверь, ТвГУ. 2011. 106 с.

б) Дополнительная литература:

1. Аналитическая химия: учебник [Электронный ресурс] / Н.И. Мовчан, Р.Г. Романова, Т.С. Горбунова [и др.]. – М.: ИНФРА-М, 2023. – 394 с. – (Высшее образование). – Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=426507>
2. Максимова Н.Н. Моделирование в химии: учебно-методическое пособие / Н.Н. Максимова. — Благовещенск: АмГУ, 2020. — 113 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/156570>
1. Аналитическая химия : учебник [Электронный ресурс]/ Н.И. Мовчан, Р.Г. Романова,Т.С. Горбунова [и др.]. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 394 с. — (Высшее образование). — Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=770791>
1. <http://www.xumuk.ru/>
2. <http://nehudlit.ru/books/subcat283.html>
3. http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/BIOHIMIYA.html
4. <http://elibrary.ru/>
5. <http://www.medbook.net.ru/23.shtml>
6. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/kolman/index.htm>

VI. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Программа

Тема 1. Введение.

Основные понятия, определения. Методы вычисления коэффициентов активности компонентов.

Тема 2. Математическое моделирование химических равновесий.

Математическое моделирование химических равновесий. Прямая задача. Основные законы химических равновесии. Формулировка

«прямой задачи» равновесии. Формулировка «прямой задачи» для гомогенных химических равновесии в растворах . Общая формулировка «прямой задачи» химических равновесии в газовой среде при постоянном давлении. Формулировка «прямой задачи» равновесии в многофазных системах. Решение обратной задачи математического моделирования химических равновесий. Основные понятия математической статистики, применяемые для обработки результатов наблюдений.

Тема 3. Компьютерная программа для метода математического моделирования равновесий RSS.XLS

Сущность метода Бринкли. Базисные частицы, продукты реакций.

Тривиальные равновесия. Базис системы. Смена базиса системы. Матрица стехиометрических коэффициентов. Правила подготовки и ввода исходных данных для компьютерного расчета. Форма представления результатов расчетов. Интерпретация полученных результатов.

Тема 4. Моделирование кислотно-основных равновесий

Выбор базисных частиц. Составление расширенного базиса. Расчет равновесных концентраций всех частиц в растворе. Построение долевого распределения кислотно-основных форм в растворе. Построение кривых титрования в различных комбинациях.

Тема 5. Моделирование равновесий комплексообразования

Выбор базисных частиц. Составление расширенного базиса. Расчет равновесных концентраций всех частиц в растворе. Построение долевого распределения комплексных форм в растворе. Построение кривых титрования в различных комбинациях. Прогнозирование поведения системы при различных воздействиях на нее (влияние pH , соотношения компонентов и т.д.)

Тема 6. Моделирование окислительно-восстановительных равновесий

Выбор базисных частиц. Составление расширенного базиса. Расчет равновесных концентраций всех частиц в растворе. Построение долевого распределения окислительно-восстановительных форм в растворе. Построение кривых титрования в различных комбинациях титрантов. Построение кривых кулонометрическим методом (гальваностатический режим). Прогнозирование поведения системы при различных воздействиях на нее (влияние pH , соотношения компонентов, ОВ-потенциала и т.д.)

Тема 7. Решение обратной задачи расчета химических равновесий

Выбор базисных частиц. Составление расширенного базиса. Расчет равновесных концентраций всех частиц в растворе. Построение долевого распределения окислительно-восстановительных, кислотно-основных, комплексных форм в растворе. Построение кривых титрования в различных комбинациях титрантов, включая кулонометрическое титрование в гальваностатическом режиме. Прогнозирование поведения системы при различных воздействиях на нее (влияние pH , соотношения компонентов, ОВ-потенциала, лигандов и т.д.)

Тема 8 Расчет химических равновесий по pH -потенциометрическим данным

Учет найденных экспериментально равновесных концентраций базисных частиц при расчете констант равновесий. Выбор базисных частиц. Составление расширенного базиса. Прогнозирование поведения системы при различных воздействиях на нее (влияние pH , соотношения компонентов, ОВ-потенциала, лигандов и т.д.)

Программа для самоконтроля и контроля преподавателем результативности изучения дисциплины

Математическое моделирование химических равновесий. Прямая задача. Основные законы химических равновесий. Формулировка «прямой задачи» равновесий. Формулировка «прямой задачи» для гомогенных химических равновесий в растворах. Общая формулировка «прямой задачи» химических равновесий в газовой среде при постоянном давлении. Формулировка «прямой задачи» равновесий в многофазных системах. Решение обратной задачи математического моделирования химических равновесий. Основные понятия математической статистики, применяемые для обработки результатов наблюдений.

Компьютерная программа для метода математического моделирования равновесий. Сущность метода Бринкли. Базисные частицы, продукты реакций.

Тривиальные равновесия. Базис системы. Смена базиса системы. Матрица стехиометрических коэффициентов. Правила подготовки и ввода исходных данных для компьютерного расчета. Форма представления результатов расчетов. Интерпретация полученных результатов.

Свободная эксплуатация компьютерной техники и основных компьютерных программ по методу математического моделирования химических равновесий.

Математическое моделирование химических равновесий - обратная задача. Компьютерная программа для метода математического моделирования равновесий. Сущность метода Бринкли для обратной задачи..

Вопросы итогового экзамена (примерные)

Билет № 1

1. Составьте матрицу стехиометрических коэффициентов и приведите константы возможных равновесий для системы:

комплексон; CuSO_4 ; H_2SO_4 .

В качестве базисных частиц возьмите: Н; Cu; анион(полностью ионизированный) комплексона.

2. См п.1.

В качестве базисных частиц возьмите: OH; Cu; анион(полностью ионизированный) комплексона.

3. Постройте кривую титрования 50.0 мл р-ра с концентрацией CuSO_4 0.01M и H_2SO_4 0.001M, р-ром комплексона с концентрацией 0.1M.

4. Раствор содержит комплексон и $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ в мольном соотношении 3:1.

Найдите величину pH при котором закомплексованность ионов магния составит 85%.

Примечание: Для заданий 1-4 в качестве комплексона используйте Этилендиаминтетрауксусную кислоту.

Билет № 2

1. Составьте матрицу стехиометрических коэффициентов и приведите константы возможных равновесий для системы:

комплексон; CuSO_4 ; H_2SO_4 .

В качестве базисных частиц возьмите: Н; Cu; анион(полностью ионизированный) комплексона.

2. См п.1.

В качестве базисных частиц возьмите: OH; Cu; анион(полностью ионизированный) комплексона.

3. Постройте кривую титрования 50.0 мл р-ра с концентрацией CuSO_4 0.01M и H_2SO_4 0.001M, р-ром комплексона с концентрацией 0.1M.

4. Раствор содержит комплексон и $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ в мольном соотношении 3:1.

Найдите величину рН при котором закомплексованность ионов магния составит 85%.

Примечание: Для заданий 1-4 в качестве комплексона используйте Нитрилотриуксусную кислоту.

Билет № 3

1. Составьте матрицу стехиометрических коэффициентов и приведите константы возможных равновесий для системы: комплексон; CuSO_4 ; H_2SO_4 .

В качестве базисных частиц возьмите: Н; Cu; анион(полностью ионизированный) комплексона.

2. См п.1.

В качестве базисных частиц возьмите: OH; Cu; анион(полностью ионизированный) комплексона.

3. Постройте кривую титрования 50.0 мл р-ра с концентрацией CuSO_4 0.01M и H_2SO_4 0.001M, р-ром комплексона с концентрацией 0.1M.

4. Раствор содержит комплексон и $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ в мольном соотношении 3:1.

Найдите величину рН при котором закомплексованность ионов магния составит 85%.

Примечание: Для заданий 1-4 в качестве комплексона используйте Иминодиуксусную кислоту.

Билет № 4

1. Составьте матрицу стехиометрических коэффициентов и приведите константы возможных равновесий для системы: комплексон; CuSO_4 ; H_2SO_4 .

В качестве базисных частиц возьмите: Н; Cu; анион(полностью ионизированный) комплексона.

2. См п.1.

В качестве базисных частиц возьмите: OH; Cu; анион(полностью ионизированный) комплексона.

3. Постройте кривую титрования 50.0 мл р-ра с концентрацией CuSO_4 0.01M и H_2SO_4 0.001M, р-ром комплексона с концентрацией 0.1M.

4. Раствор содержит комплексон и $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ в мольном соотношении 3:1.

Найдите величину рН при котором закомплексованность ионов магния составит 85%.

Примечание: Для заданий 1-4 в качестве комплексона используйте Иминодидантарную кислоту.

Билет № 5

1. Составьте матрицу стехиометрических коэффициентов и приведите константы возможных равновесий для системы: комплексон; CuSO_4 ; H_2SO_4 .

В качестве базисных частиц возьмите: Н; Cu; анион(полностью ионизированный) комплексона.

2.См п.1.

В качестве базисных частиц возьмите: OH; Cu; анион(полностью ионизированный) комплексона.

3.Постройте кривую титрования 50.0 мл р-ра с концентрацией CuSO_4 0.01M и H_2SO_4 0.001M, р-ром комплексона с концентрацией 0.1M.

4.Раствор содержит комплексон и $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ в мольном соотношении 3:1.

Найдите величину рН при котором закомплексованность ионов магния составит 85%.

Примечание: Для заданий 1-4 в качестве комплексона используйте Оксипропилиминодиацетическую кислоту.

Билет № 6

1.Составьте матрицу стехиометрических коэффициентов и приведите константы возможных равновесий для системы: комплексон; CuSO_4 ; H_2SO_4 .

В качестве базисных частиц возьмите: Н; Cu; анион(полностью ионизированный) комплексона.

2.См п.1.

В качестве базисных частиц возьмите: OH; Cu; анион(полностью ионизированный) комплексона.

3.Постройте кривую титрования 50.0 мл р-ра с концентрацией CuSO_4 0.01M и H_2SO_4 0.001M, р-ром комплексона с концентрацией 0.1M.

4.Раствор содержит комплексон и $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ в мольном соотношении 3:1.

Найдите величину рН при котором закомплексованность ионов магния составит 85%.

Примечание: Для заданий 1-4 в качестве комплексона используйте Этилендиаминдиуксусную кислоту.

Билет № 7

1.Составьте матрицу стехиометрических коэффициентов и приведите константы возможных равновесий для системы: комплексон; CuSO_4 ; H_2SO_4 .

В качестве базисных частиц возьмите: Н; Cu; анион(полностью ионизированный) комплексона.

2.См п.1.

В качестве базисных частиц возьмите: OH; Cu; анион(полностью ионизированный) комплексона.

3.Постройте кривую титрования 50.0 мл р-ра с концентрацией CuSO_4 0.01M и H_2SO_4 0.001M, р-ром комплексона с концентрацией 0.1M.

Примечание:

К каждому билету выдается кривая рН-титрования в виде таблицы для которой необходимо вычислить константы равновесий

VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

- **информационные технологии:**
использование компьютеров для поддержки излагаемого учебного материала.

- **программное обеспечение:**
 - RSS.XLS
 - Microsoft office 2007
- **информационно-справочные системы:**
<http://www.edu.ru/> Федеральный портал «Российское образование»
<http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека

В процессе освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии, способы и методы формирования компетенций: дискуссия, активизация творческой деятельности, метод малых групп, подготовка аналитических работ, и интерпретация результатов.

VII. Материально-техническое обеспечение

1. Компьютеры, ПО для моделирования химических равновесий.

- **информационные технологии:**
использование компьютеров для поддержки излагаемого учебного материала.

- **программное обеспечение:**
 - Google Chrome
 - Яндекс Браузер
 - Kaspersky Endpoint Security 10
 - Многофункциональный редактор ONLYOFFICE
 - ОС Linux Ubuntu
 - RSS.XLS
 - Microsoft office 2007
- **информационно-справочные системы:**

<http://www.edu.ru/> Федеральный портал «Российское образование»
<http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека.

VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.	Раздел V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Добавлены новые пособия в основной список литературы	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета
2.	Раздел V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Добавлены новые пособия в список литературы	Протокол №10 от 27.06.2023г. заседания ученого совета химико-технологического факультета