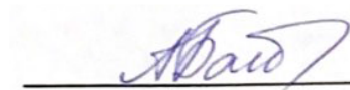


ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»
Инженерный факультет

Утверждено:
на заседании кафедры ТХиМ
протокол № 9 от «21» февраля 2022 г.

Согласовано:
Председатель УМК факультета

Зав. кафедрой  /Мухамедзянова А.А.

 /Баннова А.В.

Рабочая программа дисциплины
Инструментальные методы в анализе материалов

Обязательная часть

Программа бакалавриата

Направление подготовки
04.03.02 Химия, физика и механика материалов

Направленность (профиль) подготовки
«Современные материалы для медицины и промышленности»

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Разработчик
к.х.н., доцент

Бейгул Н.А.

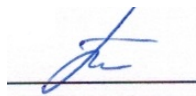
Для приема 2022 г.

Уфа, 2022 г.

Составитель: к.х.н., доц. Бейгул Н.А. _____

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры технической химии и материаловедения, протокол № 9 от «21» февраля 2022 г

Заведующий кафедрой



/ Мухамедзянова А.А.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____

_____,
протокол № _____ от «_____» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой

_____/ _____ Ф.И.О./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры _____

_____,
протокол № _____ от «_____» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой

_____/ _____ Ф.И.О./

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	
4.3. Рейтинг план дисциплины	
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	

1.Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

ПК-6

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Способен использовать общие представления о структуре химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды	ПК-6 Способен использовать физико-химические методы анализа для решения задач профессиональной деятельности, применять методы определения веществ в пробах сырья и материалов посредством инструментальных методов анализа	Знает основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, положения и принципы, лежащие в основе методов определения веществ в пробах сырья и материалов посредством инструментальных методов анализа	Знать: - теоретические основы аналитической химии; - основные положения, которые применяются при выборе методов определения веществ в пробах сырья и материалов посредством инструментальных методов анализа; - основные этапы расчета результатов анализа с учетом метрологических характеристик
		Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, положения и принципы, лежащие в основе методов определения веществ в пробах сырья и материалов посредством инструментальных методов анализа	Уметь: - определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов математических и естественнонаучных дисциплин для решения профессиональных задач - выполнять стандартные действия (подготовку мерной химической посуды, реактивов и образцов сырья к анализу, проверку работоспособности средств измерения; приготовление растворов реактивов, необходимых для определения веществ в анализируемом сырье и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин; - корректно интерпретировать полученные результаты анализа различных объектов;

			обеспечивать необходимую точность результатов проводимого количественного химического анализа; - формулировать основные учебные задачи по (базовым) химическим дисциплинам
		Владеет методами основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методами определения веществ в пробах сырья и материалов посредством инструментальных методов анализа	Владеть навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам, методами применения полученных знаний при решении практических профессиональных задач; навыками использования методов определения и обнаружения химических веществ в различных объектах, определения химического состава и структуры сырья; приемами корректной интерпретации полученных результатов анализа; навыками обеспечения необходимой точности результатов проводимого количественного химического анализа.

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы:

Дисциплина «Инструментальные методы в анализе материалов» входит в часть, формируемой участниками образовательных отношений, профессионального цикла Основной образовательной программы подготовки бакалавра по направлению 04.03.02 «Химия, физика и механика материалов», профиль подготовки «Современные материалы для медицины и промышленности». Она находится в логической взаимосвязи с другими дисциплинами

Целями освоения дисциплины «Инструментальные методы в анализе материалов» являются: формирование практических и теоретических систематических знаний в области аналитической химии, количественного анализа веществ, исследования состава и структуры материалов современными инструментальными методами анализа.

Значительное внимание уделяется ознакомлению студентов с базовыми и современными методами анализа различных веществ, материалов; с новейшими научными достижениями в области аналитической химии.

Знания, которые приобретает выпускник, позволяет овладеть профессионально ориентированными навыками для решения задач по обнаружению, разделению и определению веществ в различных объектах сырья с корректной интерпретацией полученных результатов; овладеть методологией выбора и применения инструментальных методов анализа в сфере производственно-технологической деятельности, а также контроля качества материалов и выпускаемой продукции.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

3.1. Объем учебной дисциплины

Всего трудоемкость (ЗЕТ/час) – 3/180

3 семестр – 3/180

Контактных часов – 126,2

лекций – 36

лабораторных – 54

Практических - 36

Зачет с оценкой (дифференцированный) 3 сем. - 3

СР – 53,8

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

ПК-6 Способен использовать общие представления о структуре химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Неудовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (уровень)	Знать: основные положения, которые применяются при выборе инструментального метода анализа веществ и материалов; основные этапы расчета результатов анализа с учетом метрологических характеристик	Затрудняется в определении основных положений, которые применяются при выборе инструментального метода анализа веществ и материалов; основных этапов расчета результатов анализа с учетом метрологических характеристик	Имеет представление об положении, применяемом при выборе метода и схемы качественного и количественного химического анализа веществ и материалов; основных этапах расчета результатов анализа с учетом метрологических характеристик	Знает основные положения, которые применяются при выборе инструментального метода анализа веществ и материалов; основные этапы расчета результатов анализа с учетом метрологических характеристик, но допускает незначительные неточности	Имеет структурированные четкие знания основных положений, применяемых при выборе инструментального метода анализа веществ и материалов; основных этапов расчета результатов анализа с учетом метрологических характеристик

Второй этап (уровень)	Уметь: корректно интерпретировать полученные результаты анализа различных объектов; обеспечивать необходимую точность результатов проводимого количественного химического анализа;	Не корректно интерпретирует полученные результаты анализа различных объектов; обеспечивает необходимую точность результатов проводимого количественного химического анализа	Умеет решать некоторые типовые задачи, корректно интерпретировать полученные результаты анализа различных объектов; обеспечивать необходимую точность результатов проводимого количественного химического анализа, но допускает отдельные ошибки	Умеет решать комбинированные задачи и корректно интерпретировать полученные результаты анализа различных объектов; обеспечивать необходимую точность результатов проводимого количественного химического анализа	Умеет решать задачи повышенной сложности и корректно интерпретировать полученные результаты анализа различных объектов; обеспечивать необходимую точность результатов проводимого количественного химического анализа
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками использования инструментальных методов анализа веществ в различных объектах; приемами корректной интерпретации полученных результатов анализа; навыками обеспечения необходимой точности результатов проводимого количественного химического анализа;	Не владеет навыками использования инструментальных методов анализа веществ в различных объектах; приемами корректной интерпретации полученных результатов анализа; навыками обеспечения необходимой точности результатов проводимого количественного химического анализа	Владеет навыками воспроизведения освоенного учебного материала, в целом владеет навыками использования инструментальных методов анализа веществ в различных объектах; приемами корректной интерпретации полученных результатов анализа; навыками обеспечения необходимой точности результатов проводимого количественного химического анализа	Владеет навыками самостоятельного использования инструментальных методов анализа веществ в различных объектах; приемами корректной интерпретации полученных результатов анализа; навыками обеспечения необходимой точности результатов проводимого количественного химического анализа	Владеет навыками критического анализа учебной информации, владеет прочными навыками использования инструментальных методов анализа веществ в различных объектах; приемами корректной интерпретации полученных результатов анализа; навыками обеспечения необходимой точности результатов проводимого количественного химического анализа

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-6 Способен использовать общие представления о структуре химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды	Знает основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, положения и принципы, лежащие в основе методов определения веществ в пробах сырья и материалов посредством инструментальных методов анализа	Лабораторная работа, отчет, коллоквиумы, индивидуальный опрос
	Уметь: - определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов математических и естественнонаучных дисциплин для решения профессиональных задач - выполнять стандартные действия (классификация веществ, составление схем процессов, систематизация данных и т.п.) с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых химических дисциплин формулировать основные учебные задачи по (базовым) химическим дисциплинам	Лабораторная работа, отчет Коллоквиумы, Задание для индивидуальной работы студентов, Индивидуальный опрос
	Владеть навыками работы с учебной литературой по основным химическим дисциплинам, методами применения полученных знаний при решении практических профессиональных задач	Лабораторная работа, отчет Коллоквиумы, Индивидуальный опрос

Критериями оценивания при модульно-рейтинговой системе являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины

Критерии оценки освоения модуля:

- **80-110 (включая 10 поощрительных баллов) баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл теоретические вопросы, предоставленные ему на зачете, продемонстриро-

вал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. В течение семестра по данному модулю практическая часть (лабораторные работы) выполнена в полном объеме. Суммируются баллы, полученные при текущем контроле: оформлены в надлежащем порядке все отчеты по выполненным лабораторным работам без неточностей и ошибок, в полном объеме пройдены индивидуальные опросы. Суммируются баллы, полученные при рубежном контроле: в полном объеме сданы коллоквиумы.

- **60-79 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. В течение семестра по данному модулю практическая часть (лабораторные работы) выполнена в полном объеме. Суммируются баллы, полученные при текущем контроле: оформлены в надлежащем порядке все отчеты по выполненным лабораторным работам с некоторыми неточностями и ошибками, в полном объеме пройдены индивидуальные опросы. Суммируются баллы, полученные при рубежном контроле: в полном объеме сданы коллоквиумы.

- **45-59 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько ошибок в толковании основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Суммируются баллы, полученные при текущем контроле: оформлены отчеты по выполненным лабораторным работам, расчеты имеют неточности и ошибки, в полном объеме пройдены индивидуальные опросы. Суммируются баллы, полученные при рубежном контроле: коллоквиумы.

- **0-44 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Суммируются баллы, полученные при текущем контроле: оформлены часть отчетов по выполненным лабораторным работам, расчеты имеют неточности и ошибки, не в полном объеме пройдены индивидуальные опросы. Суммируются баллы, полученные при рубежном контроле: коллоквиумы сданы не в полном объеме модуля дисциплины.

Шкалы оценивания модуля посредством зачета с оценкой (дифференцированный):
от 0 до 44 баллов – «неудовлетворительно»;
от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;
от 60 до 79 баллов – «хорошо»;
от 80 баллов – «отлично».

4.3. Рейтинг-план дисциплины

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Текущий контроль				35
1. Аудиторная работа, активность работы на лекциях				
2. Выполнение лабораторных работ (контроль выполнения и проверка	4	5	0	20

отчетности по лабораторным работам)				
3. Индивидуальный опрос	3	5	0	15
Рубежный контроль				35
1. Коллоквиум (теоретический опрос)	7	5	0	35
Поощрительные баллы				10
1. Диспут; помощь в учебно-методической работе по предмету	5	2	0	10
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (практических, лабораторных занятий)			0	-10
Итоговый контроль				30
1. Зачет с оценкой (дифференцированный)			1	30

Перечень вопросов для проведения зачета с оценкой (дифференцированного)

Зачет с оценкой является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Структура зачета:

На зачете предоставляются студентам два теоретических вопроса из разных разделов программы курса (модуля).

Примерные вопросы для зачета:

1. Атомно-абсорбционный метод анализа. Теоретические основы метода.
2. Основной закон светопоглощения и его применение в абсорбционной спектроскопии.
3. Схема атомно-абсорбционного спектрометра.
4. Атомизаторы (пламенные: пламя и непламенные; лампы с полым катодом, безэлектродная разрядная лампа, лазеры), достоинства и недостатки.
5. Методы определения концентрации вещества в пробе и аналитические характеристики метода.
6. Источники излучения в атомно-абсорбционном методе анализа: пламенные (пламя). Характеристики, достоинства и недостатки.
3. Источники излучения в атомно-абсорбционном методе анализа (лампы с полым катодом, безэлектродная разрядная лампа, лазеры), их характеристики, достоинства и недостатки.
4. Общая схема аналитического процесса при атомно-абсорбционном анализе.
5. Фотометрический метод анализа. Теоретические основы метода. Достоинства и недостатки метода.
6. Основной закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера.
7. Оптическая плотность.
8. Коэффициент светопоглощения. Чувствительность метода. Точность определения.

9. Способы проверки выполнения основного закона светопоглощения.
10. Спектр поглощения вещества. Выбор аналитической длины волны поглощения веществ, при которой проводится дальнейший анализ.
11. Анализ однокомпонентных систем (индивидуального вещества) фотометрическим методом: метод градуировочного графика.
12. Анализ однокомпонентных систем (индивидуального вещества) фотометрическим методом: метод добавок.
13. Анализ однокомпонентных систем (индивидуального вещества) фотометрическим методом: дифференциальный метод.
14. Анализ двухкомпонентных систем (смеси веществ) фотометрическим методом. Выбор аналитической длины волны поглощения веществ, при которой проводится дальнейший анализ.
15. Анализ двухкомпонентных систем (смеси веществ) фотометрическим методом. Расчетный метод.
16. Анализ двухкомпонентных систем (смеси веществ) фотометрическим методом. Расчетно-графический метод.
17. Фотометрическое титрование.
18. Анализ двухкомпонентных систем (смеси веществ) фотометрическим методом. Номограмма Савойи.
19. Потенциометрия. Теоретические основы метода.
20. Классификация электродов, индикаторные электроды (водородный, сурьмяный, стеклянный, хингидронный, мембранные и др.) и электроды сравнения.
21. Прямая потенциометрия (ионометрия). Выбор электродов в зависимости от типа химической реакции.
22. Потенциометрическое титрование. Виды титрования: кислотно-основное, окислительно-восстановительное, осадительное.
23. Потенциометрическое титрование: выбор электродов в зависимости от типа химической реакции.
24. Компенсационные методы определения конечной точки потенциометрического титрования.
25. Некомпенсационные методы определения конечной точки потенциометрического титрования.
26. Кулонометрия. Закон Фарадея.
27. Способы определения количества электричества.
28. Кулонометрия при постоянном потенциале (потенциостатическая кулонометрия). Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Выбор потенциала рабочего электрода. Способы фиксирования окончания реакции.
29. Кулонометрия при постоянном токе (гальваностатическая кулонометрия). Прямой и косвенный (кулонометрическое титрование) метод.
30. Внешняя и внутренняя генерация кулонометрического титранта.
31. Титрование электроактивных и электронеактивных компонентов. Определение конечной точки титрования.
32. Кондуктометрия. Теоретические основы метода. Удельная и эквивалентная электропроводности и методы измерения электропроводности.
33. Прямая кондуктометрия.
34. Кондуктометрическое титрование (осадительное, протолитическое, редоксиметрическое). Практическое применение.
35. Полярография. Конденсаторный (емкостный), миграционный, диффузионный токи.
36. Предельный диффузионный ток. Уравнение Ильковича.
37. Уравнение полярографической волны Ильковича-Гейровского. Потенциал полуволны.
38. Качественный полярографический анализ.

39. Количественный полярографический анализ.
40. Максимумы I и II рода на полярографических кривых, причины возникновения и способы их уменьшения.
41. Инверсионная вольтамперометрия. Теоретические основы метода. Основные стадии метода и реакции, протекающие на электроде.
42. Индикаторные электроды, применяемые в инверсионной вольтамперометрии. Преимущества и недостатки ртутного электрода.
43. Применение твердых электродов в инверсионной вольтамперометрии.
44. Амперометрическое титрование. Сущность метода.
45. Амперометрическое титрование: индикаторные электроды.
46. Амперометрическое титрование: выбор потенциала индикаторного электрода.
47. Амперометрическое титрование: виды кривых титрования.
48. Амперометрия с двумя индикаторными электродами (биамперометрия).

Критерии оценки ответов на вопросы по модулю дисциплины на зачете (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы.

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности.

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

**ПРИМЕРНЫЙ СПИСОК ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ДИСЦИПЛИНЫ
«ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В АНАЛИЗЕ МАТЕРИАЛОВ»**

1. Лабораторная работа №1: Определение хрома и марганца при совместном присутствии методом фотометрии.
2. Лабораторная работа №2: Фотометрическое определение железа (III) с сульфосалициловой кислотой.
3. Лабораторная работа №3: Потенциометрическое титрование фосфорной со стеклянным электродом.
4. Лабораторная работа №4: Ионометрическое определение иодид-ионов.
5. Лабораторная работа №5: Потенциометрическое титрование фосфата натрия со стеклянным электродом;

Пример лабораторных работ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Определение хрома и марганца при совместном присутствии методом фотометрии

Задача определения хрома и марганца в виде бихромат- и перманганат- ионов при совместном присутствии облегчается тем, что можно выбрать такой интервал длин волн, где поглощает, главным образом, только перманганат-ион (λ_2), а суммарное светопоглощение наблюдается при другой длине волны (λ_1).

Следовательно, можно записать:

$$\begin{cases} A_{\lambda_1}^{\text{см}} = A_{\lambda_1}^{\text{MnO}_4^-} + A_{\lambda_1}^{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = \varepsilon_{\lambda_1}^{\text{MnO}_4^-} \cdot c_1 \cdot \ell + \varepsilon_{\lambda_1}^{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} \cdot c_2 \cdot \ell \\ A_{\lambda_2}^{\text{см}} = A_{\lambda_2}^{\text{MnO}_4^-} = \varepsilon_{\lambda_2}^{\text{MnO}_4^-} \cdot c_1 \cdot \ell \end{cases}$$

Если предварительно определить $\varepsilon_{\lambda_1}^{\text{MnO}_4^-}$, $\varepsilon_{\lambda_2}^{\text{MnO}_4^-}$ и $\varepsilon_{\lambda_1}^{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}$, то двух измерений оптической плотности достаточно для совместного определения хрома и марганца.

Приборы и реактивы:

1. Фотоэлектроколориметр ФК-2МП;
2. Мерные колбы на 100 мл – 9 шт;
3. Пипетки с делениями на 2 мл – 2 шт;
4. Пипетки с делениями на 10 мл – 1 шт;
5. Калия перманганат ($C(1/5\text{KMnO}_4) = 0,1$ моль/л) стандарт-титр;
6. Калия бихромат ($C(1/6\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,1$ моль/л) стандарт-титр;
7. Кислота серная ($C(1/2\text{H}_2\text{SO}_4) = 6,0$ моль/л).

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Внимательно прочитать описание прибора и установить порядок работы на нем.
2. **Снятие кривых светопоглощения** растворов перманганата калия и бихромата калия.

Внимание!

1. Необходимо пересчитать **молярную концентрацию эквивалента** растворов калия перманганата ($C(1/5\text{KMnO}_4) = 0,1$ моль/л) и калия бихромат ($C(1/6\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,1$ моль/л) на **молярную** концентрацию данных веществ.
2. И только после этого пересчета приступить к *расчету объемов* для приготовления соответствующих растворов из исходных растворов KMnO_4 и $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ с **молярными** концентрациями.

2а) Приготовить стандартный раствор перманганата калия с молярной концентрацией 0,0002 М в мерной колбе на 100 мл. В качестве растворителя использовать дистиллированную воду.

2б) Приготовить стандартный раствор бихромата калия с концентрацией 0,0002 М, содержащий 10 мл раствора серной кислоты молярной концентрацией эквивалента $C(1/2\text{H}_2\text{SO}_4) = 6,0$ моль/л, в мерной колбе на 100 мл. В качестве растворителя использовать дистиллированную воду.

2в) Оптическая плотность анализируемых растворов снимается относительно «нулевых» растворов, содержащих все используемые в анализе реагенты, кроме определяемого вещества.

«Нулевой» раствор для KMnO_4 – это растворитель – дистиллированная вода.

Для приготовления «нулевого раствора» для $K_2Cr_2O_7$ в мерную колбу на 100 мл вносится дистиллированная вода и 10 мл раствора серной кислоты молярной концентрацией эквивалента $C(1/2H_2SO_4) = 6,0$ моль/л, и доводится до метки колбы дистиллированной водой. Содержимое колбы тщательно перемешивается.

2г) Снять оптические плотности этих растворов при различных длинах волн.

В приборе используется 2 кюветы одинаковой длины. В одну кювету вносится анализируемый раствор, во вторую – «нулевой» раствор.

Использовать кюветы длиной 2-3 см в зависимости от величины наблюдаемой оптической плотности.

2д) Результаты занести в таблицу:

Длина волны, нм:	A_{KMnO_4}	$A_{K_2Cr_2O_7}$

2е) Построить спектры поглощения растворов $KMnO_4$ и $K_2Cr_2O_7$ в координатах «А – λ , нм».

2ж) Выбрать длину волны (λ_2), при которой поглощает только перманганат калия, и длину волны (λ_1), при которой наблюдается значительное поглощение, как перманганата, так и бихромата калия. Т.е. выбрать аналитические длины волн, при которых далее будет проводиться определение содержания веществ, таким образом, чтобы разность оптических плотностей

$$|A_{KMnO_4} - A_{K_2Cr_2O_7}| = \max$$

3. **Определить молярные коэффициенты поглощения перманганат-иона при λ_1 и λ_2 .**

3а) Для этого в 4 мерные колбы на 100 мл внести соответствующие объемы стандартного раствора перманганата калия так, чтобы его концентрация была $0,5 \cdot 10^{-4}$ моль/л; $1,0 \cdot 10^{-4}$ моль/л; $1,5 \cdot 10^{-4}$ моль/л; $2,0 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

Довести каждый раствор до метки дистиллированной водой, тщательно перемешать содержимое колбы.

3б) Измерить оптические плотности растворов относительно *соответствующего* «нулевого» раствора, используя кюветы длиной 2 или 3 см в зависимости от наблюдаемой величины оптической плотности, при выбранных по пункту 2ж длинах волн λ_1 и λ_2 .

3в) Результаты занести в таблицу:

V_{KMnO_4} , мл	C_{KMnO_4} , моль/л	$A_{\lambda_1}^{KMnO_4}$	$\epsilon_{\lambda_1}^{KMnO_4}$	$A_{\lambda_2}^{KMnO_4}$	$\epsilon_{\lambda_2}^{KMnO_4}$

3г) По полученным данным рассчитать среднее значение $\bar{\epsilon}_{\lambda_1}$ и $\bar{\epsilon}_{\lambda_2}$, которые будут необходимы для дальнейших определений.

4. **Определить молярные коэффициенты погашения** бихромата калия при λ_1 .

4а) Для этого в 4 мерные колбы на 100 мл ввести соответствующие объемы стандартного раствора бихромата калия так, что его концентрация была:

$1,0 \cdot 10^{-4}$ моль/л; $2,0 \cdot 10^{-4}$ моль/л; $2,5 \cdot 10^{-4}$ моль/л; $3,5 \cdot 10^{-4}$ моль/л;

и по 10 мл раствора серной кислоты молярной концентрацией эквивалента $C(1/2H_2SO_4) = 6,0$ моль/л, довести до метки водой дистиллированной водой. Тщательно перемешать содержимое колбы.

4б) Измерить оптические плотности растворов относительно *соответствующего* «нулевого» раствора, используя кюветы длиной 2 или 3 см в зависимости от наблюдаемой величины оптической плотности, при выбранной по пункту 2ж длине волны λ_1 .

4в) Полученные результаты занести в таблицу:

$V_{K_2Cr_2O_7}$, мл	$C_{K_2Cr_2O_7}$, моль/л	$A_{\lambda_1}^{K_2Cr_2O_7}$	$\epsilon_{\lambda_1}^{K_2Cr_2O_7}$

4г) По полученным результатам рассчитать среднее значение молярного коэффициента погашения $\bar{\epsilon}_{\lambda_1}$.

5. По данным таблицы построить градуировочные графики в координатах оптическая плотность от концентрации «А – С»:

Внимание!

На **одном** рисунке должно быть все **три** градуировочных графика

5а) для стандартных растворов перманганата калия при выбранных длинах волн λ_1 и λ_2 ,

5б) для стандартных растворов бихромата калия при λ_1 .

6. Определить концентрацию перманганата калия и бихромата калия в анализируемом растворе (в растворе смеси этих веществ) (**в задаче**).

Номер задачи записать в отчет!

Для этого необходимо получить у преподавателя **задачу**: аликвоты исходных растворов перманганата калия и бихромата калия (смесь этих веществ) переносятся преподавателем (лаборантом) в **одну** мерную колбу на 100 мл.

Далее внести в мерную колбу 10 мл раствора серной кислоты $C(1/2H_2SO_4) = 6,0$ моль/л и довести объем до метки дистиллированной водой. Тщательно перемешать.

Определить оптические плотности анализируемого раствора смеси веществ $A_{\lambda_1}^{см}$ и $A_{\lambda_2}^{см}$ при λ_1 и λ_2 относительно «нулевого» раствора, приготовленного для фотометрирования $K_2Cr_2O_7$.

7. Найти концентрации растворов перманганат калия и бихромата калия **расчетным методом** по системе уравнений основного закона светопоглощения.

- Пересчитать найденные концентрации на объем аликвот исходных растворов анализируемых веществ в мл.
8. Найти концентрации растворов перманганат калия и бихромата калия *с помощью градуировочных графиков*.
Пересчитать найденные концентрации на объем аликвот исходных растворов анализируемых веществ в мл.
 9. Результаты проверить у преподавателя, пересчитав найденные концентрации на объем аликвот исходных растворов анализируемых веществ.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Потенциометрическое титрование фосфорной кислоты со стеклянным электродом

Потенциометрический метод, основанный на измерении ЭДС обратимых гальванических элементов, используют для определения содержания вещества в растворе и измерения различных физико-химических величин.

В потенциометрии обычно применяют гальванический элемент, включающий два электрода, которые могут быть погружены в один и тот же раствор (элемент без переноса) или два различных по составу раствора, имеющих между собой жидкостной контакт (цепь с переносом). Электрод, потенциал которого зависит от активности определённых ионов в растворе, называется индикаторным.

Для измерения потенциала индикаторного электрода в растворе погружают второй электрод, потенциал которого не зависит от концентрации определяемых ионов. Такой электрод называется электродом сравнения.

В потенциометрии используют два основных класса индикаторных электродов:

1. электроды, на межфазных границах которых протекает реакция с участием электронов. Такие электроды называются электронообменными.
2. электроды, на межфазных границах которых протекают ионообменные реакции. Такие электроды называют мембранными или ионообменными, их также называют ионоселективными.

В основе потенциометрического анализа лежит уравнение Нернста

$$E = E^0 + \frac{2,3 RT}{nF} \lg \frac{a_{ox}}{a_{Red}} \quad (a)$$

Ионоселективным электродам свойственна определенная избирательность и уравнение (a) в этом случае имеет вид (уравнение Никольского)

$$E = E^0 + \frac{2,3 RT}{zF} \lg (a_A + k_{A/B} \cdot a_B^{Z_A/Z_B})$$

Потенциометрический анализ широко применяют для непосредственного определения активности ионов, находящихся в растворе (прямая потенциометрия – ионометрия), а также для индикации точки эквивалентности при титровании - по изменению потенциала индикаторного электрода в ходе титрования (потенциометрическое титрование).

Приборы и реактивы:

1. Кислота фосфорная, 0,2 М раствор;
2. Натрий гидроксид, 0,5 М раствор;
3. Натрий фосфорнокислый трехзамещенный, 0,2 М раствор;
4. Кислота хлороводородная, 0,5 М раствора;
5. Лабораторный потенциометр «рН-121» со стеклянным электродом ЭСЛ-63-07 и хлоридсеребряным электродом ЭВЛ-1МЗ;

6. Пипетка с делениями на 10 мл - 1 шт;
7. Пипетка Мора на 20 мл - 1 шт;
8. Беретка на 25 мл - 2 шт;
9. Мерные колбы на 100 мл - 2 шт.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Получить в мерные колбы на 100 мл раствора фосфорной кислоты и/или фосфорнокислого натрия (задачи даётся преподавателем), довести до метки дистиллированной водой и тщательно перемешать.

2. Проверить настройку потенциометра «рН - 121» по буферным растворам и провести градуировку стеклянного электрода:

а) в сухую ячейку поместить стандартный буферный раствор 4,01 рН и опустить в него стеклянный и хлоридсеребряный электроды (электроды перед погружением необходимо промыть дистиллированной водой, а остатки воды с электродов снять фильтровальной бумагой);

б) нажать кнопку «O;t» (кнопка «НИ» должна быть отжата); включить прибор в сеть переменного тока соединительным шнуром (при этом загорится сигнальная лампочка) и после 30-минутного прогревания ручкой «ТЕМПЕРАТУРА РАСТВОРА» вставить по шкале показывающего прибора значение температуры контролируемого раствора, руководствуясь оцифровкой «0 ... 100»;

в) нажать кнопку «-1 ÷4», а затем кнопку «рН», проверить соответствие показаний прибора по шкале «-1 ÷14» значению рН стандартного буферного раствора (ошибка не должна превышать 0,05 рН);

г) нажать кнопку «+mV» или «-mV» в зависимости от полярности измерений величины и по верхней шкале показывающего прибора соответствующего диапазона измерить потенциал электрода в мВ, умножив полученное значение на 100;

д) аналогично пунктам 2а-2г провести проверку настройки потенциометра «рН- 121» и градуирование стеклянного электрода по стандартным буферным растворам рН=6,86 и рН=9,18. Построить график зависимости «ПОТЕНЦИАЛ СТЕКЛЯННОГО ЭЛЕКТРОДА (ось ординат) – рН РАСТВОРОВ (ось абсцисс)».

Внимание!

А. Стандартные буферные растворы после употребления слить в соответствующие склянки. При работе со следующими буферными растворами ячейка должна быть тщательно промыта дистиллированной водой и вытерта насухо фильтровальной бумагой.

Б. При замене исследуемого раствора и по окончании измерений должна быть нажата кнопка «0;t».

3. Провести потенциометрическое титрование раствора фосфорной кислоты раствором гидроксида натрия:

а) поместить в ячейку 20,0 мл раствора фосфорной кислоты, полученного по пункту 1, дистиллированную воду до погружения электродов приблизительно на 1 см;

б) нажать кнопку «+mV» или «-mV» в зависимости от полярности измеряемой величины и кнопку «-1÷14» и измерить начальное значение потенциала стеклянного электрода по шкале показывающего прибора;

в) Нажать кнопку спускового диапазона, внутри которого находится измеренное начальное значение потенциала стеклянного электрода, например «2-5». Начать титрование, прибавляя к раствору по 0,2 мл титранта при постоянном перемешивании и замеряя потенциал на соответствующем узком диапазоне по верхней шкале показывающего прибора.

Титрование продолжать до получения 3-4 точек после резкого изменения потенциала по второй ступени протолиза.

Результаты занести в таблицу:

Объем титранта V, мл	E, мВ	$\Delta E/\Delta V$

4. По данным таблицы построить кривую титрования в интегральной форме в координатах «E - V» («потенциал (ось ординат) – объем титранта (ось абсцисс)»).

4а) Определить объем титранта в конечной точке титрования (КТТ) для **двух** ступеней протолиза *методом 3-х касательных* по интегральной кривой $V_{КТТ1}$ и $V_{КТТ2}$.

4б) Содержание фосфорной кислоты (m , г) в полученной задаче рассчитать по формуле:

$$m = 0,001 \cdot C_T \cdot V_T \cdot M_{\text{экв.опр.в-ва}} \cdot V_{\text{колб}} / V_{\text{опр.в-ва(пипетки)}}, \text{ г}$$

4в) Пересчитать массу на объем аликвоты исходного раствора, используемого для приготовления задачи).

4г) Проверить у преподавателя результат.

5. По данным таблицы построить кривую титрования в дифференциальной форме в координатах « $\Delta E/\Delta V$ - V».

5а) Определить объем титранта в конечных точках титрования для **двух** ступеней протолиза методом хорд по дифференциальной кривой $V_{КТТ1}$ и $V_{КТТ2}$.

5б) Содержание фосфорной кислоты (m , г) в полученной задаче рассчитать по формуле:

$$m = 0,001 \cdot C_T \cdot V_T \cdot M_{\text{экв.опр.в-ва}} \cdot V_{\text{колб}} / V_{\text{опр.в-ва(пипетки)}}, \text{ г}$$

5в) Пересчитать массу на объем аликвоты исходного раствора, используемого для приготовления задачи).

5г) Проверить у преподавателя результат.

6. По интегральной кривой потенциометрического титрования, используя градуированный график «ПОТЕНЦИАЛ СТЕКЛЯННОГО ЭЛЕКТРОДА – pH РАСТВОРОВ», полученный по пункту 2, определить «pH ПОЛУНЕЙТРАЛИЗАЦИИ» по ступеням протолиза, т.е. pH, соответствующее оттитрованию точно половины фосфорной кислоты, учитывая, что момент полунейтрализации $pK = pH$.

Выписать из справочника константы диссоциации фосфорной кислоты pK_1 , pK_2 , pK_3 .

Рассчитать pH полунейтрализации по формуле:

$$pH_{1/2} = \frac{pK_1 + pK_2}{2}$$

7. Написать уравнение реакций, проходящих в растворе в процессе титрования.

8. Объяснить, почему кривые титрования имеют только две КТТ.

Критерии оценки (в баллах) контроля выполнения и проверки отчетности по лабораторным работам:

- **3 балла** выставляется студенту, если лабораторная работа выполнена полностью, в представленном отчете получено правильно выполненное задание: содержание определяемого вещества определено верно (задача выдается индивидуально каждому студенту преподавателем).

лем); результаты анализа обработаны методами математической статистики верно. Отчет лабораторной работы оформлен без ошибок и неточностей.

-2 балла выставляется студенту, если лабораторная работа выполнена полностью, содержание определяемого вещества определено верно только после повторного анализа (задача выдается индивидуально каждому студенту преподавателем); результаты анализа обработаны методами математической статистики с незначительными неточностями. В отчете лабораторной работы имеются несущественные ошибки и неточности.

- 1 балл выставляется студенту, если лабораторная работа выполнена полностью, содержание определяемого вещества определено верно только после повторного анализа (задача выдается индивидуально каждому студенту преподавателем); результаты анализа обработаны методами математической статистики с ошибками. В отчете лабораторной работы имеются ошибки и неточности.

- 0 баллов выставляется студенту, если лабораторная работа выполнена частично, содержание определяемого вещества определено неверно (задача выдается индивидуально каждому студенту преподавателем); результаты анализа не обработаны методами математической статистики верно. Отчет лабораторной работы оформлен с ошибками и неточностями.

Задание для индивидуальной работы студентов при подготовке к выполнению лабораторной работы

Студентам предлагается задание (методическое указание) для индивидуальной работы, посвященное изучаемому инструментальному методу анализа по модулю дисциплины.

В индивидуальной работе студенты используют литературные источники, глобальные информационные ресурсы для решения поставленной задачи: *оформляют теоретическую часть работы в отчете, производят необходимые расчеты, которые необходимы будут при выполнении лабораторных работ на аудиторных занятиях, и т.д.*

Задание оформляется отчетом в виде сводных таблиц с экспериментальными данными, полученными непосредственно на аудиторных занятиях, расчетов концентраций, объемов, необходимых физико-химических величин, построения спектров поглощения, кривых титрования, градуировочных графиков и т.д. на отдельных листах.

Пример оформления задания для индивидуальной работы студентов (титульный лист)

ОТЧЕТ	
Лабораторная работа №1	
«Определение хрома и марганца при совместном присутствии методом фотометрии»	
Задача №2	
Студента (Ф.И.О.) _____	
Группа, курс _____	
Проверил _____	
дата _____	

Коллоквиум (теоретический опрос)

Описание задания для коллоквиума:

Коллоквиумы (теоретический опрос) проводятся в виде собеседования в устно-письменной или письменной формах с целью оценить степень усвоения лекционного материала и способность студента применять его при решении задач разного уровня, для закрепления пройденного материала в качестве текущего контроля. При изучении дисциплины в течение семестра проводится 5 коллоквиумов по модулю данной дисциплины. Собеседование с преподавателем проводится по двум теоретическим вопросам. При необходимости преподаватель задает дополнительные вопросы для возможности объективного оценивания.

**Примерные вопросы для подготовки к коллоквиуму (теоретическому опросу)
по теме «Атомно-абсорбционный метод анализа»**

1. Атомно-абсорбционный метод анализа. Теоретические основы метода.
2. Основной закон светопоглощения и его применение в абсорбционной спектроскопии.
3. Схема атомно-абсорбционного спектрометра.
4. Атомизаторы (пламенные и непламенные), достоинства и недостатки.
5. Методы определения концентрации вещества в пробе и аналитические характеристики метода.
6. Источники излучения: лампа с полым катодом. Ее характеристики, достоинства и недостатки.
7. Источники излучения: безэлектродная разрядная лампа. Ее характеристики, достоинства и недостатки.
8. Источники излучения: лазеры. Ее характеристики, достоинства и недостатки.
9. Общая схема аналитического процесса при атомно-абсорбционном анализе.

**Примерные вопросы для подготовки к коллоквиуму (теоретическому опросу)
по теме «Фотометрический метод анализа»**

1. Фотометрический метод анализа. Теоретические основы метода. Достоинства и недостатки метода.
 2. Основной закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера.
 3. Оптическая плотность.
 4. Коэффициент светопоглощения. Чувствительность метода. Точность определения.
 5. Способы проверки выполнения основного закона светопоглощения.
 6. Спектр поглощения вещества. Выбор аналитической длины волны поглощения веществ, при которой проводится дальнейший анализ.
 7. Анализ однокомпонентных систем (индивидуального вещества) фотометрическим методом: метод градуировочного графика.
 8. Анализ однокомпонентных систем (индивидуального вещества) фотометрическим методом: метод добавок.
 9. Анализ однокомпонентных систем (индивидуального вещества) фотометрическим методом: дифференциальный метод.
 10. Анализ двухкомпонентных систем (смеси веществ) фотометрическим методом. Выбор аналитической длины волны поглощения веществ, при которой проводится дальнейший анализ.
 11. Анализ двухкомпонентных систем (смеси веществ) фотометрическим методом. Расчетный метод.
 12. Анализ двухкомпонентных систем (смеси веществ) фотометрическим методом. Расчетно-графический метод.
 13. Анализ двухкомпонентных систем (смеси веществ) фотометрическим методом. Номограмма Савойи.

14. Фотометрическое титрование.

Примерные вопросы для подготовки к коллоквиуму (теоретическому опросу) по теме «Потенциометрический метод анализа»

1. Потенциометрия. Теоретические основы метода. Уравнение Нернста.
2. Классификация электродов. Реакции, протекающие на поверхности электрода.
3. Индикаторные электроды (водородный, сурьмяный, стеклянный, хингидронный, мембранные).
4. Электроды сравнения.
5. Прямая потенциометрия.
6. Выбор электродов в зависимости от типа химической реакции в прямой потенциометрии.
7. Потенциометрическое титрование. Виды титрования: кислотно-основное, окислительно-восстановительное, осадительное, комплексиметрическое.
8. Выбор электродов в зависимости от типа химической реакции при потенциометрическом титровании.
9. Методы определения конечной точки титрования. Компенсационные методы.
10. Методы определения конечной точки титрования. Некомпенсационные методы.

Примерные вопросы для подготовки к коллоквиуму (теоретическому опросу) по теме «Кулонометрический метод определения»

1. Кулонометрия. Закон Фарадея.
2. Способы определения количества электричества.
3. Кулонометрия при постоянном потенциале (потенциостатическая кулонометрия).
4. Прямая потенциостатическая кулонометрия.
5. Кулонометрическое потенциостатическое титрование.
6. Выбор потенциала рабочего электрода.
7. Способы фиксирования окончания реакции.
8. Кулонометрия при постоянном токе (гальваностатическая кулонометрия).
9. Прямая гальваностатическая кулонометрия.
10. Косвенная гальваностатическая кулонометрия (кулонометрическое титрование)
11. Внешняя и внутренняя генерация кулонометрического титранта.
12. Титрование электроактивных и электронеактивных компонентов.
13. Определение конечной точки титрования.

Примерные вопросы для подготовки к коллоквиуму (теоретическому опросу) по теме «Кондуктометрический метод определения»

1. Кондуктометрия.
2. Теоретические основы кондуктометрического метода определения.
3. Удельная и эквивалентная электропроводности.
4. Методы измерения электропроводности.
5. Прямая кондуктометрия.
6. Кондуктометрическое осадительное титрование
7. Кондуктометрическое протолитическое титрование

8. Кондуктометрическое редоксиметрическое титрование.
9. Практическое применение кондуктометрического метода анализа.

Критерии оценки (в баллах):

- **7 баллов** выставляется студенту, если полностью разбирается в вопросах раздела, может предложить комплексную оценку и варианты решения проблемных ситуаций; рассуждает в соответствии с темой. Всесторонне раскрывает суть вопросов, корректно аргументирует, способен к обобщению материала. Не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса. Отвечает правильно на все предложенные дополнительные вопросы.
- **6 балла** выставляется студенту, если знает ответы на все основные вопросы, но немного затрудняется ответить на вопросы, косвенно касающиеся вопросов коллоквиума. Допускает незначительные неточности. Отвечает правильно на все предложенные дополнительные вопросы.
- **5 балла** выставляется студенту, если получены правильные ответы на половину обсуждаемых вопросов. Допускает ошибки и неточности при раскрытии материала темы. Отвечает не на все предложенные дополнительные вопросы.
- **4 балла** выставляется студенту, если получены правильные ответы на половину обсуждаемых вопросов. Допускает существенные ошибки при раскрытии материала темы. Не отвечает на предложенные дополнительные вопросы.
- **2 балл** выставляется студенту, если уровень знания материала по теме на минимальном уровне: знает основные термины, законы, положения основного материала темы дисциплины, но не может применить свои фрагментарные знания в ответах на поставленный вопрос.
- **0 баллов** выставляется студенту, если не дан ответ на поставленный вопрос.

Индивидуальный опрос

Описание индивидуального опроса:

Индивидуальный опрос проводится в виде устного (письменного) опроса студента или в виде собеседования преподавателя с обучающимся до или после проведения лабораторной работы, посвященной освоению материала по данной теме дисциплины. При изучении дисциплины в течение семестра проводится 4 индивидуальных опроса студентов по модулю данной дисциплины. Собеседование с преподавателем проводится по теоретическим вопросам, отраженным в каждой лабораторной работе. При необходимости преподаватель задает дополнительные вопросы для возможности объективного оценивания.

Примерные вопросы для подготовки к индивидуальному опросу по теме лабораторной работы «Фотометрический метод анализа»

1. Фотометрический метод анализа.
2. Основной закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера.
3. Оптическая плотность.
4. Коэффициент светопоглощения.
5. Чувствительность метода.
6. Точность определения.
7. Способы проверки выполнения основного закона светопоглощения.
8. Анализ однокомпонентных (метод градуировочного графика, метод добавок, дифференциальный метод).
9. Анализ двухкомпонентных систем.

Примерные вопросы для подготовки к индивидуальному опросу по теме лабораторной работы «Потенциометрический метод анализа»

1. Потенциометрия. Теоретические основы метода.
2. Классификация электродов.
3. Индикаторные электроды. Примеры.
4. Электроды сравнения I, II, III рода. Электродные реакции. Примеры.
5. Прямая потенциометрия.
6. Выбор электродов в зависимости от типа химической реакции в прямой потенциометрии.
7. Потенциометрическое титрование.
8. Выбор электродов в зависимости от типа химической реакции при потенциометрическом титровании.
9. Методы определения конечной точки титрования. Компенсационные методы. Некомпенсационные методы.

Критерии оценки (в баллах):

- **4 балла** выставляется студенту, если полностью разбирается в вопросах темы лабораторной работы. Раскрывает сущность вопросов, корректно аргументирует, способен к обобщению материала. Не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса. Отвечает правильно на все предложенные дополнительные вопросы.
- **3 балла** выставляется студенту, если знает ответы на все основные вопросы, но немного затрудняется ответить на вопросы, косвенно касающиеся вопросов темы лабораторной работы. Допускает незначительные неточности. Отвечает правильно на все предложенные дополнительные вопросы.
- **2 балла** выставляется студенту, если получены правильные ответы на половину обсуждаемых вопросов. Допускает ошибки и неточности при раскрытии материала темы. Отвечает не на все предложенные дополнительные вопросы.
- **1 балл** выставляется студенту, если получены правильные ответы на половину обсуждаемых вопросов. Допускает существенные ошибки при раскрытии материала темы. Не отвечает на предложенные дополнительные вопросы.
- **0 баллов** выставляется студенту, если уровень знания материала по теме на минимальном уровне: знает основные термины, законы, положения основного материала темы дисциплины, но не может применить свои фрагментарные знания в ответах на поставленный вопрос.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Ю.А. Золотов. Введение в аналитическую химию. Издательство "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2016. – 266 с. ЭБС Издательство «Лань», <https://e.lanbook.com/book/84079?category=3866>
2. Власова Е.Г., Жуков А.Ф., Колосова И.Ф., Комарова К.А. Аналитическая химия: химические методы анализа. Издательство "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2017, 467 с. ЭБС Издательство «Лань», <https://e.lanbook.com/book/97407?category=3866>
3. Булатов М.И., Ганеев А.А., Дробышев А.И., Ермаков С.С., Калинин И.П., Москвин Л.Н., Немец В.М., Семенов В.Г., Чижик В.И., Якимова Н.М. Аналитическая химия. Методы идентификации и определения веществ: учебник Издательство "Лань", 2018, 584 с. ЭБС Издательство «Лань», <https://e.lanbook.com/book/112067?category=3866>

Дополнительная литература:

1. Скуг Д. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 2/ Д. Скуг, Д. Уэст. Под ред. Ю.А. Золотова. – М.: Мир, 1979. – 480 с.
2. Цитович И.К. Курс аналитической химии/ И.К. Цитович. – М.: Высшая школа, 1994. – 495 с.
3. Дорохова Е.Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа/ Е.Н. Дорохова, Г.В. Прохорова. – М.: Высшая школа, 1991. – 256 с.
4. Основы аналитической химии. Практическое руководство / под ред. Ю.А. Золотова. - М.: Высш. шк., 2003. – 463 с.
5. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: Пособие для вузов / В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина. М.: Дрофа, 2004. – 416 с.
6. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии. – М.: Мир, 2001. – 267 с.
7. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии/ Ю.Ю. Лурье. – М.: Химия, 1979. – 480 с.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. <http://chemistry-chemists.com/chemister/chemie.htm>
2. <http://xumuk.ru/>
3. <http://chemister.da.ru/>
4. <http://chemistry.narod.ru/>
5. <http://www.chemport.ru/books/index.php>
6. <http://www.newlibrary.ru/book/>

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
1	2	3
учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 402 (корпус ИФ)	Лекции Практические занятия	Учебная мебель, доска. Аудитория № 201 (корпус ИФ) PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь ПК в компл. Фермо Intel Intel PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь Аудитория № 201 (главный корпус) PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь - 50 шт. ПК в компл. Фермо Intel. Фермо Intel Моноблок №1 Фермо AMD A8-5500 – 50 шт.
учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 405 (корпус ИФ)	Лекционные, практические занятия	Ноутбук, Мультимедиа проектор Mitsubishi EX 320U Экран Dinon Electric L150*200 MW доска, мел, тряпка
учебная аудитория для проведения лабораторных работ: аудитория № 501. Учебная лаборатория (корпус ИФ)	Лабораторный практикум, выполнение лабораторных работ	Аудитория № 501 Лабораторная мебель, учебно-наглядные пособия, доска, Шкаф вытяжной химический, весы ВК-600, колбонагреватель ПЭ-4120М, озонатор ТЛ-5К, устройство для сушки посуды ПЭ-2000, электроколориметр КФК-2, иономер, колориметр фотоэлектрический КФК-3-01, магнитная мешалка ES-6120, 14, шкаф ШС-80П сушильно-стерилизационный, лабораторная посуда, лабораторные штативы
помещения для самостоятельной работы: библиотека, аудитория № 201 (корпус ИФ)	Самостоятельная подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, контрольным работам	Аудитория № 201 (корпус ИФ) PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь ПК в компл. Фермо Intel Intel PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь

ИФ) библиотека, аудито- рия № 201 (гл. кор- пус)		Аудитория № 201 (главный корпус) PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь - 50 шт. ПК в компл. Фермо Intel. Фермо Intel Моноблок №1 Фермо AMD A8-5500 – 50 шт.
---	--	--

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «**Инструментальные методы в анализе материалов**»

Очная форма обучения

Рабочую программу осуществляет:

Лекции: доцент каф. ТХМ, к.х.н. Бейгул Наталья Александровна

Практические занятия: доцент каф. ТХМ, к.х.н. Бейгул Наталья Александровна

Лабораторные занятия: доцент каф. ТХМ, к.х.н. Бейгул Наталья Александровна

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	126
лекций	36
практических/ семинарских	36
лабораторных	54
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	0,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	53,8

Форма контроля:

Зачет с оценкой (дифференцированный) 3 сем – 3 ч

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лаборатор- ные работы, самостоятельная ра- бота и трудоемкость (в часах)				Задания по самосто- ятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемо- сти (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР	ЛБ	СР		
	Модуль «Инструментальные методы в анализе мате- риалов»						
1.	Атомно-абсорбционный метод. Сущность метода. Схема атомно-абсорбционного спектрометра. Атомизаторы (пламенные и непламенные). Источники излучения (лампы с полым катодом, безэлектродная разрядная лампа, лазеры), их характеристики. Методы определения концентрации вещества в пробе и аналитические характеристики метода. Общая схема аналитического процесса при атомно-абсорбционном анализе	5	6	4	7	Подготовка к индивидуальному опросу. Подготовка к коллоквиуму, практическому занятию	СР1 Кол1
2.	Фотометрический метод анализа. Основной закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность. Коэффициент светопоглощения. Чувствительность метода. Точность определения. Способы проверки выполнения основного закона светопоглощения. Анализ однокомпонентных (метод градуировочного графика, метод добавок, дифференциальный метод, кинетические методы) и двухкомпонентных систем. Фотометрическое титрование.	7	6	12	7	Подготовка к индивидуальному опросу, лабораторной работе. Подготовка к коллоквиуму, практическому занятию	СР2 Кол2
3.	Потенциометрия. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод (водородный, сурьмяный, стеклянный, хингидронный, мембранные и др.) и электрод сравнения. Индикаторная электрохимическая реакция. Стандартный и реальный потенциалы. Ионметрия. Потенциометрическое титрование (осадительное, протолитическое, редоксиметрическое,	7	6	18	7	Подготовка к индивидуальному опросу, лабораторной работе. Подготовка к коллоквиуму, практическому занятию	СР3 Кол3

	комплексиметрическое). Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Методы определения конечной точки титрования: компенсационные и некомпенсационные.						
4.	Кулонометрия. Закон Фарадея. Способы определения количества электричества. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Кулонометрия при постоянном токе и постоянном потенциале. Внешняя и внутренняя генерация кулонометрического титранта. Титрование электроактивных и электронеактивных компонентов. Определение конечной точки титрования.	3	6	4	5	Подготовка к индивидуальному опросу. Подготовка к коллоквиуму, практическому занятию	СР4 Кол4
5	Полярография. Конденсаторный (емкостный), миграционный, диффузионный токи. Предельный диффузионный ток. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны Ильковича-Гейровского. Потенциал полуволны. Качественный и количественный полярографический анализ. Максимумы I и II рода, способы их уменьшения.	5	3	4	8	Подготовка к индивидуальному опросу, практическому занятию	СР5
6	Инверсионная вольтамперометрия. Основные стадии метода и реакции, протекающие на электроде. Индикаторные электроды. Преимущества и недостатки ртутного электрода. Применение твердых электродов.	2	2	4	6	Подготовка к индивидуальному опросу, практическому занятию	СР6
7	Амперометрическое титрование. Сущность метода. Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Виды кривых титрования. Амперометрия с двумя индикаторными электродами (биамперометрия).	5	3	4	8	Подготовка к индивидуальному опросу, практическому занятию	СР7
8	Кондуктометрия. Удельная и эквивалентная электропроводность. Методы измерения электропроводности. Прямая низкочастотная кондуктометрия и кондуктометрическое титрование (осадительное, протолитическое, редоксиметрическое).	2	6	4	5,8	Подготовка к индивидуальному опросу. Подготовка к коллоквиуму, практическому занятию	СР8 Кол 5

	ФКР				0,2		
	Всего часов:	36	36	54	54		180

