

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.05
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Инструментальные методы исследования в химической технологии
(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)
18.04.01 Химическая технология

направленность (профиль)/специализация
Химия и технология продуктов основного органического и нефтехимического синтеза

Форма обучения: очная

Год набора: 2026

Общая трудоемкость: 5 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	2	Итого
Форма контроля	экзамен	
Вид занятий		
Лекции	32	32
Лабораторные	16	16
Практические	16	16
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР	-	-
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	64,35	64,35
Самостоятельная работа	80	80
Контроль	35,65	35,65
Итого	180	180

Рабочую программу составил(и):

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

18.03.01 Химическая технология

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2028 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании центра медицинской химии
(протокол заседания № 1 от «28» августа 2025 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины - формирование у магистрантов компетенций и углубленных знаний в области современных приборов по физико-химическим методам исследования структуры различных органических соединений.

Задача дисциплины состоит в овладении магистрантами знаниями, позволяющими определять строение органических соединений и проводить расчет некоторых их физико-химических свойств на основании инструментальных замеров.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к обязательной части учебного плана.

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина:

«Химическая биотехнология», «Дополнительные главы химической технологии продуктов тонкого органического синтеза».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Производственная практика (научно-исследовательская работа) 3».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1. Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок	ОПК-1.1. Формулирует задачи для новых исследовательских проектов, находит пути их решения с использованием современных теоретических и экспериментальных методов научных исследований	Знать: современные теоретические и экспериментальные методы научных исследований
		Уметь: выбрать актуальное направление исследований
		Владеть: способами решения поставленных задач
	ОПК-1.2. Разрабатывает задания для исполнителей при проведении научных исследований и технических разработок	Знать: правила составления программы проведения научных исследований
		Уметь: организовать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу
		Владеть: правилами составления отчетной научной документации
ОПК-2. Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить	ОПК-2.1. Практически реализует применение современных теоретических и экспериментальных методов исследования для решения задач в области химической технологии	Знать: современные приборы и методы проведения научных экспериментов,
		Уметь: собирать лабораторные установки для проведения научно-исследовательских работ
		Владеть: методами ведения научных экспериментов

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
их обработку и анализировать их результаты	ОПК-2.2. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	Знать: теоретические основы проводимого эксперимента
		Уметь: систематизировать и анализировать результаты экспериментов как своих, так и других исследователей
		Владеть: методами обработки результатов экспериментов

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного)
Раздел 1. Хеометрика	Лек 1	Основы химической метрологии	2	2	-	-	
	Пр 1	Методы обработки результатов анализа. Метрологические характеристики результатов.	2	2			Отчет по практической работе
	СР 1	Проработка тем раздела, подготовка к практическому занятию и экзамену	2	8			
Раздел 2. Спектроскопические методы анализа	Лек 2	Классификация спектроскопических методов. Основные понятия. Источники излучения. Абсорбционная и эмиссионная спектроскопия	2	2	-	-	
	СР 2	Проработка лекционного материала, тем раздела, подготовка к лабораторной работе, контрольной работе, экзамену	2	24	-	-	
	Лек 3	Фотолюминесценция. Принципиальная схема устройства спектрометров. Области применения.	2	2	-	-	
	Лаб 1	Фотометрическое определение железа в технической серной кислоте	2	4	-	-	Отчет по лабораторной работе

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного)
	Пр 2	Методы оптической молекулярной спектроскопии. УФ-спектроскопия. Решение задач.	2	2	-	-	
	Лек 4 Лек 5	ИК-спектроскопия. Теоретические основы метода. Принципиальная оптическая схема прибора. Функциональный анализ – идентификация вещества.	2	4	-	-	
	Пр 3	Решение задач по теме ИК-спектроскопия	2	2	-	-	
	Лаб 2	ИК-спектроскопия органического соединения	2	4	-	-	
	Лек 6 Лек 7	Масс-спектрометрия. Принципиальная схема устройства прибора. Способы ионизации молекул. Области применения	2	4	-	-	
	Пр 4	Решение задач по методу масс-спектрометрии	2	2	-	-	Отчет по практической работе

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного)
	Лек 8 Лек 9	ЯМР спектроскопия. Основные понятия. Приборное оформление. Практическое применение метода	2	4	-	-	
	Пр 5	Решение задач по ЯМР спектроскопии	2	2	-	-	
	Пр 6	Контрольная работа по теме «Спектральные методы анализа»	2	2			Контрольная работа
Раздел 3. Хроматографические методы анализа.	Лек 10 Лек 11	Газовая хроматография Высокоэффективная жидкостная хроматография. Области применения	2	4	-	-	
	СР 3	Проработка лекционного материала, тем раздела, подготовка к лабораторной работе, экзамену	2	24	-	-	
	Лаб 3	ВЭЖХ реакционной смеси органического синтеза	2	4	-	-	
	Пр 7	Решение задач по теме «Хроматографические методы анализа»	2	2	-	-	Отчет по практической работе

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного)
	Лек 12	Хромато-масс-спектрометрия. Сочетание хроматографии и спектроскопии.	2	2	-	-	
Раздел 4. Электрохимические методы анализа.	Лек 13	Электрохимические методы анализа. Классификация. Области применения	2	2	-	-	
	СР 4	Проработка лекционного материала, тем раздела, подготовка к лабораторной работе, экзамену	2	24	-	-	
	Лек 14	Потенциометрия. Принципиальная схема потенциометров. Вольтамперометрия. Области применения.	2	2	-	-	
	Лаб 4	Потенциометрическое титрование. Определение алюминия	2	4	-	-	Отчет по лабораторной работе
	Лек 15	Кулонометрия. Электрогравиметрия.	2	2	-	-	
	Пр 8	Решение задач по теме «Электрохимические методы анализа»	2	2	-	-	Отчет по практической работе

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного)
	Лек 16	Электрохимические сенсоры, их применение в аналитическом контроле качества объектов. Автоматизация анализа. Автоматизированный контроль производственных процессов	2	2	-	-	
	ПА	Промежуточная аттестация	2	0,35	-	-	
	Контроль	Экзамен	2	35,65	-	-	Вопросы к экзамену 1-60
Итого:				180			

5. Образовательные технологии

При реализации дисциплины используется технология традиционного обучения – организация учебного процесса в вузе, основанная на лекционно-семинарско-зачетной формах обучения. К формам обучения относятся лекции, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа. На лекциях используются наглядные и словесные методы обучения, на практических и лабораторных занятиях – наглядные, словесные и практические методы.

6. Методические указания по освоению дисциплины

Раздел 1 Хеометрика

Темы практического занятия: Основы математической статистики. Метрологические основы. Применение статистики в пробоотборе и обработке полученных данных. Градуировка. Решение задач по теме «Математическая обработка результатов анализа». Контрольная работа по теме «Метрологические основы»

Изучив данный раздел студент должен: овладеть основами математической обработки результатов химического анализа

Знать: методы оценки правильности, сходимости, достоверности результата, критерии грубого промаха и критерии Фишера.

Уметь: применять методы статобработки на практике, оценивать достоверность и погрешность проведенных измерений.

Владеть: методами вычислений основных критериев метрологии, компьютерными программами по обработке данных

Методические рекомендации по изучению темы:

При освоении темы необходимо:

- Ознакомиться с имеющимися литературными источниками (учебниками, монографиями, электронными ресурсами, статьями в ведущих химических журналах), лекциями преподавателей
- Сформировать понимание основных метрологических характеристик, их возможностей и методик расчета.
- Ответить на контрольные вопросы:
 1. Как исключаются грубые погрешности (промахи)?
 2. Что такое достоверность, правильность и сходимость результатов?
 3. Как и для чего рассчитывают критерий Стьюдента?
 4. Как рассчитать погрешность измерения?
 5. Что такое доверительный интервал?
 6. Как рассчитать необходимое число параллельных измерений для получения результата с заданной точностью?
 7. Для чего используют критерий Фишера?

Раздел 2 Спектроскопические методы анализа

Темы лекционных занятий: Общая характеристика спектроскопических методов анализа. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Молекулярно-абсорбционная спектроскопия в УФ- и видимой области. ИК-спектроскопия. Эмиссионные спектроскопические методы

анализа. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Люминесцентная спектроскопия. Другие спектральные и оптические методы.

Темы лабораторных занятий: Фотометрическое определение железа в концентрированной серной кислоте

Темы практических занятий: Решение задач по теме «Оптические методы анализа». Контрольная работа

Изучив данный модуль студент должен: сформировать основные представления об оптических методах анализа, их возможностях, ограничениях и областях применения.

Знать: спектры излучения, источники излучения, виды оптических методов анализа

Уметь: оценивать возможности каждого метода, выбирать подходящий под задачу метод исследования

Владеть: методиками спектрофотометрического и ИК-исследования, навыками обработки полученных результатов анализа

Методические рекомендации по изучению темы:

При освоении темы необходимо:

- Ознакомиться с имеющимися литературными источниками (учебниками, монографиями, электронными ресурсами, статьями в ведущих химических журналах), лекциями преподавателей
- Сформировать понимание основных метрологических характеристик, их возможностей и методик расчета.
- Ответить на контрольные вопросы:
 1. Назовите основные оптические методы качественного и количественного анализа.
 2. От чего зависит интенсивность и ширина спектральных линий?
 3. Как проводят качественный и количественный анализ в эмиссионной спектроскопии?
 4. Оптическая схема спектрометра. УФ- и видимые области спектра.
 5. Запишите основной закон светопоглощения. Назовите ограничения и условия применимости закона Бугера - Ламберта - Бера.
 6. В чем заключается методом градуировочного графика? Метод добавок? Метод двух стандартов?
 7. ИК-спектроскопия. Масс-спектрометрия. Метод ЯМР.

Раздел 3

Хроматографические методы анализа

Темы лекций: Теоретические основы хроматографии. Газовая хроматография Жидкостная хроматография. Отдельные виды жидкостной хроматографии

Темы практических занятий: Решение задач по теме «Хроматографические методы анализа». Контрольная работа по теме

Изучив данный модуль, студент должен: сформировать представление о состоянии современного газохроматографического анализа, его возможностях, основных направлениях и тенденциях развития.

Знать:

- теоретические основы газовой хроматографии, основные методы качественного и количественного хроматографического анализа;
- аппаратное оформление газохроматографического процесса

Уметь:

- определять основные характеристики хроматографического процесса из хроматограммы; интерпретировать экспериментальные результаты
- подбирать оптимальные условия проведения хроматографического разделения

Владеть:

- методиками поиска подходящего варианта разделения веществ; способами оценки погрешности физико-химического эксперимента
- навыками работы на современном хроматографическом оборудовании.

Методические рекомендации по изучению темы

При освоении темы необходимо:

- Ознакомиться с имеющимися литературными источниками (учебниками, монографиями, электронными ресурсами, статьями в ведущих химических журналах), лекциями преподавателей
- Сформировать понимание физико-химических процессов удерживания сорбатов различного строения на различных по природе неподвижных фазах
- Ответить на контрольные вопросы:
 1. Дайте определение хроматографии.
 2. Какие особенности хроматографии позволяют достичь лучшего разделения веществ с близкими свойствами по сравнению с другими методами разделения.
 3. Перечислите способы получения хроматограмм. Что используется в качестве элюентов в каждом из способов?
 4. Как можно осуществлять идентификацию определяемых соединений в смеси после их хроматографического разделения?
 5. Что такое индексы удерживания? Какие системы индексов удерживания используют в хроматографии (преимущественно в газовой)?
 6. Перечислите способы количественного анализа в хроматографии. Сравните их между собой.
 7. Сравните два режима разделения в газовой хроматографии – изотермический и программирование температуры.
 8. Перечислите детекторы в газовой хроматографии.
 9. Перечислите особенности и преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).
 10. Какие варианты метода используют в аналитической практике?
 11. Какие сорбенты используют в ВЭЖХ? Каким требованиям они должны отвечать?
 12. Почему наиболее популярные сорбенты в ВЭЖХ – силикагель и, особенно, модифицированные силикагели? Как проводят модификацию силикагеля?
 13. Чем определяется элюирующая способность подвижной фазы в жидкостной хроматографии?
 14. Как подбирают состав подвижной фазы в жидкостной хроматографии?

Раздел 4

Электрохимические методы анализа

Темы лекционных занятий: Электрохимические методы анализа. Кондуктометрия. Потенциометрический метод анализа. Кулонометрический метод анализа. Вольтамперометрический метод анализа.

Темы лабораторных занятий: Определение содержания вещества методом потенциометрического титрования.

Темы практических занятий: Решение задач по теме «Электрохимические методы анализа»

Изучив данный модуль студент должен: сформировать основные представления об электрохимических методах анализа, их возможностях, ограничениях и областях применения.

Знать: основы электрохимических методов анализа, законы и уравнения методов, возможности их практического применения

Уметь: оценивать возможности каждого метода, выбирать подходящий под задачу метод исследования

Владеть: методиками потенциометрического, кондуктометрического исследования, навыками обработки полученных результатов анализа

Методические рекомендации по изучению темы:

При освоении темы необходимо:

- Ознакомиться с имеющимися литературными источниками (учебниками, монографиями, электронными ресурсами, статьями в ведущих химических журналах), лекциями преподавателей

- Сформировать понимание основных метрологических характеристик, их возможностей и методик расчета.

- Ответить на контрольные вопросы:

1. На чем основан метод потенциометрии? Запишите уравнение Нернста.
2. Приведите классификацию электродов. Примеры электродов в потенциометрии.
3. На чем основан метод кулонометрии? Сформулируйте закон Фарадея
4. Что измеряют в кондуктометрии? Какие законы и положения этого метода вам известны?
5. Что такое полярография? Что такое вольтамперометрическое титрование?
6. В чем суть метода амперометрии?

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

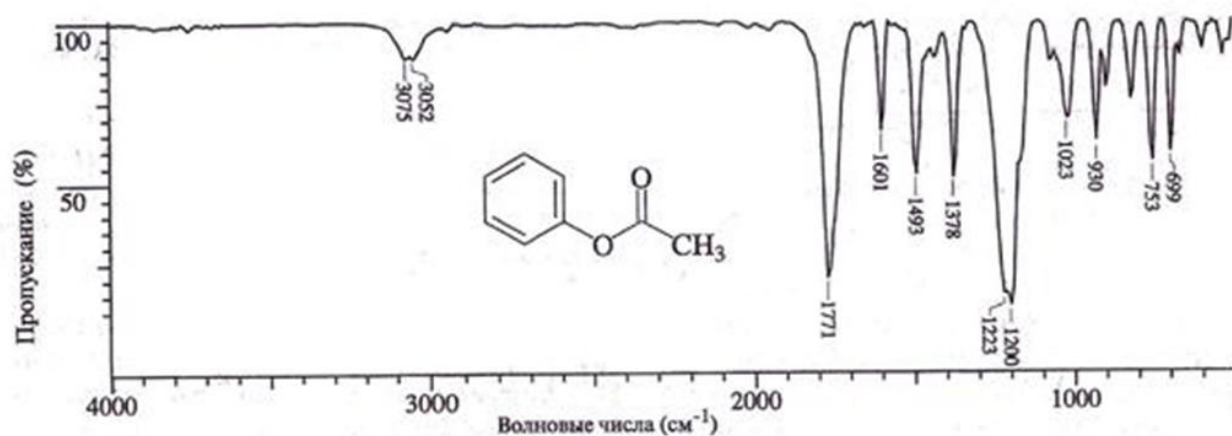
Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
2	ОПК-1, ОПК-2	Вопросы к экзамену 1-60
2	ОПК-1, ОПК-2	Отчеты по лабораторным работам
2	ОПК-1, ОПК-2	Отчеты по практическим работам
2	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

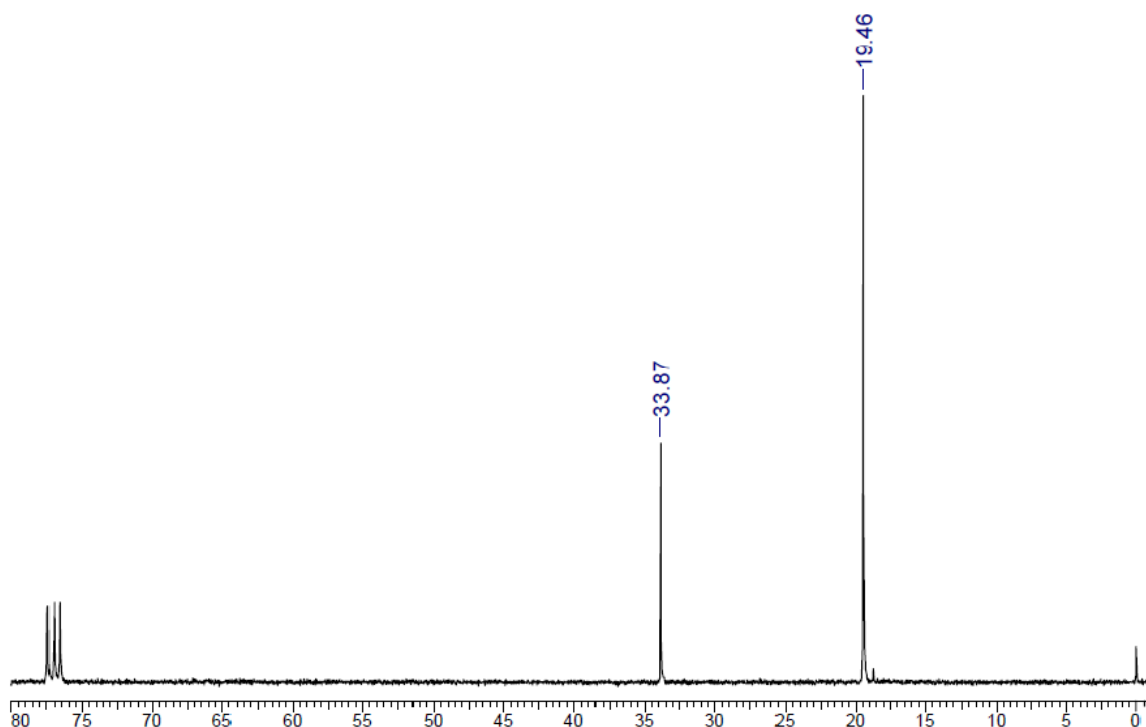
7.2.1. Контрольная работа

Вариант 1.

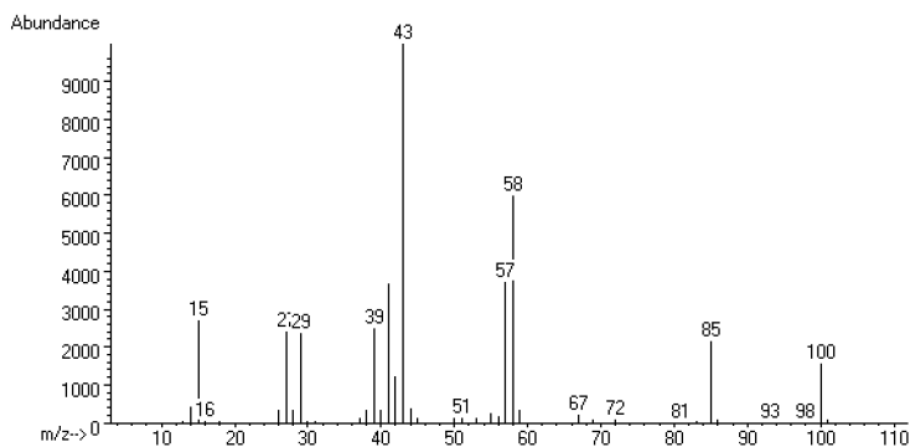
1. Расшифруйте приведенный ниже ИК-спектр, укажите характеристические частоты



2. Расшифруйте ЯМР-спектр. Установите структуру соединения C_6H_{14} по 1H и ^{13}C ЯМР-спектрам



3. Расшифруйте масс-спектр, определите брутто-формулу соединения



m/z	I, %	m/z	I, %	m/z	I, %	m/z	I, %	m/z	I, %
14	4,70	31	0,80	49	0,30	59	3,80	83	0,80
15	27,12	37	1,60	50	1,40	65	0,30	84	0,30
16	0,70	38	3,60	51	1,50	67	2,50	85	21,92
18	0,60	39	25,22	52	0,40	68	0,30	86	1,27
25	0,30	40	3,80	53	1,70	69	1,20	87	0,10
26	3,50	41	37,03	54	0,40	70	0,20	91	0,10
27	24,22	42	12,41	55	2,90	71	0,40	100	15,71
28	3,60	43	100,0	56	2,10	72	1,20	101	1,10
29	23,92	44	4,20	57	37,53	81	0,20	102	0,10
30	0,80	45	1,60	58	60,17	82	0,20		

Критерии оценки:

За работу ставится оценка «отлично», если верно решены все три задачи, «хорошо» ставится за две решенные задачи, «удовлетворительно» за одну. Если не решена ни одна из трех задач – «не удовлетворительно»

7.2.2. Комплект отчетов по лабораторным работам**Лабораторная работа: Фотометрическое определение железа в технической серной кислоте**

Цель работы: выбрать рациональный метод выполнения задачи с помощью стандартного набора лабораторного оснащения

Методика проведения

1. Предварительно провести необходимые расчеты для проведения анализа.
2. Кратко описать ход работы и выполняемые операции.
3. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформить в виде таблицы.
4. Построить необходимые графики.
5. Применить хемометрику.
6. Подписать полученные результаты у преподавателя.
8. 7.Оформить отчет.

Лабораторная работа: Потенциометрическое титрование. Определение алюминия

Цель работы: выбрать рациональный метод выполнения задачи с помощью стандартного набора лабораторного оснащения

Методика проведения

1. Предварительно провести необходимые расчеты для проведения анализа.
2. Кратко описать ход работы и выполняемые операции.
3. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформить в виде таблицы.
4. Построить необходимые графики.
5. Применить хемометрику.
6. Подписать полученные результаты у преподавателя.
7. Оформить отчет.

Требования к оформлению отчета:

1. Каждая работа оформляется на отдельных листах (формат А4), должна содержать титульный лист с указанием названия темы лабораторной работы, номера группы, ФИО студента и ФИО проверяющего преподавателя.
2. Под формулами должна быть приведена расшифровка буквенных обозначений.
3. У численных значений физических величин должны быть указаны единицы измерений.
4. Полученные экспериментальные величины должны быть указаны с интервалом погрешности и относительная погрешность (%).
5. Выводы должны отражать выполнение задач, поставленных для достижения цели.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если лабораторная работа выполнена, полученные результаты обработаны математически, построена кривая титрования и даны ответы на теоретические вопросы;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если лабораторная работа выполнена, полученные результаты обработаны математически, построена кривая титрования и не даны ответы на теоретические вопросы в полном объеме;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если лабораторная работа выполнена, полученные результаты обработаны математически, не построена кривая титрования и не даны ответы на теоретические вопросы в полном объеме;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если лабораторная работа не выполнена.

7.2.3. Комплект заданий для решения задач на практических занятиях

Тема: «Хеометрика»

Вариант 1

Задание 1. Произведите указанные вычисления, выражая каждое число, в том числе и результат, правильном числом значащих цифр:

$$\begin{array}{ll} 3,5 \cdot 0,1563 / (35,07 \cdot 0,562) & 5,735 \cdot 0,565 / (26,40 \cdot 6,8164) \\ 25,67 \cdot 0,1123 / (1,02 \cdot 0,553) & 5,34 \cdot 542 / (0,543 \cdot 54,0) \end{array}$$

Задание 2. Три повторных анализа образца хлорида дали среднее значение содержание хлорида 72,10 % и стандартные отклонения 0,40 %, определить доверительный интервал (доверительные границы), в котором могут находиться результаты отдельного определения при доверительной вероятности $P = 0,95$. (Указания: применить критерий Стьюдента для малых выборок)

Задание 3. Рассчитайте абсолютную и относительную систематическую погрешность при приготовлении 250,0 мл раствора $K_2Cr_2O_7$, с $(1/6K_2Cr_2O_7) = 0,0500$ М. Погрешность калибровки колбы $\pm 0,2$ мл, погрешность взвешивания $\pm 0,2$ мг ($P=0,95$).

Тема: «Спектроскопические методы анализа»

Вариант 1

Задание 1. Оптические плотности раствора смеси комплексонатов свинца и висмута, измеренные в кювете с толщиной слоя 3 см, равны 0,87 (при 240 нм) и 1,24 (при 365 нм). Рассчитайте количества свинца и висмута в смеси (мкг), если общий объем исследуемого раствора составляет 50 мл, а значения молярных коэффициентов поглощения комплексонатов равны: для Pb – $\epsilon_{240} = 8,9 \cdot 10^3$, $\epsilon_{365} = 900$; для Bi – $\epsilon_{240} = 2,8 \cdot 10^3$, $\epsilon_{365} = 9,9 \cdot 10^3$.

Задание 2. Образец стали содержит около 0,5 % кремния. Какую навеску стали следует растворить в 100 мл, чтобы отбирая 25 мл этого раствора в колбу вместимостью 50 мл, после добавления необходимых реактивов получить окрашенное соединение, оптическая плотность которого соответствует оптической плотности раствора, содержащего 0,25 мг кремния в 50 мл раствора?

Задание 3. Рассчитайте молярный коэффициент поглощения комплекса меди (II), если оптическая плотность раствора с титром по меди 0,0000012 г/мл, измеренная в кювете с толщиной слоя 3 см при 460 нм, равна 0,18.

Тема: «Электрохимические методы анализа»

Вариант 1

Задание 1. Навеску сплава массой 0,3578 г растворили и через полученный раствор в течение 10,0 минут пропускали ток силой 0,10 А, в результате чего на катоде полностью

выделилась медь. Определите массовую долю (%) меди в сплаве, если выход по току составлял 90%.

Задание 2. Вычислите концентрацию ионов серебра в растворе, если потенциал серебряного электрода, опущенного в насыщенный раствор хлорида серебра равен 0,518 В относительно водородного электрода. $t^0 = 18^\circ\text{C}$.

Задание 3. Определите потенциал хингидронного электрода при титровании 0,1 н. раствора уксусной кислоты 0,1 н. раствором NaOH в точке эквивалентности. В качестве электрода сравнения используется 1н. каломельный электрод, температура 20°C . Учесть разбавление раствора.

Тема: «Хроматография»

Вариант 1

Задание 1. Определите массовую долю (%) метана и этана в газовой смеси, если площади хроматографических пиков и поправочные коэффициенты этих компонентов равны, соответственно: 80 мм^2 и 1.23 мм^2 , 40 мм^2 и 1.15 мм^2 .

Задание 2. Реакционную массу 12.7500 г после нитрования толуола проанализировали методом газо-жидкостной хроматографии с применением этилбензола в качестве внутреннего стандарта в количестве 1.2500 г . Определите массовую долю (%) непрореагировавшего толуола по следующим данным:

Компонент	Толуол	Этилбензол
Площадь пика, мм^2	307	352
Поправочный коэффициент	1.01	1.02

Задание 3. Рассчитайте время удерживания и удерживаемый объем компонента, элюирующегося из колонки, имеющей 200 теоретических тарелок, при скорости движения диаграммной ленты 720 мм/ч , если полуширина хроматографического пика составляет 3 мм . Объемная скорость газа-носителя равна 30 мл/мин .

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если все задачи по теме раздела решены;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если решено 80% задач по теме раздела;
- оценка «удовлетворительно» - если решено 60% задач по теме раздела;
- оценка «неудовлетворительно» - если решено менее 60% задач по теме раздела

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 2

№ п/п	Вопросы к экзамену
1.	Оптические методы качественного и количественного анализа. Классификация методов.
2.	Теоретические основы спектроскопии. Аналитический сигнал, его измерение, факторы, влияющие на величину аналитического сигнала.
3.	Эмиссионная спектроскопия. Источники возбуждения. Происхождение атомных спектров.
4.	Процедура установления качественного и количественного состава изучаемого объекта в эмиссионной спектроскопии.
5.	Назовите области применения эмиссионной спектроскопии и поясните методологию установления качественного состава сплава (металлургическое производство).
6.	Абсорбционная УФ – спектроскопия. Теоретические основы метода. Принципиальная оптическая схема спектрометров.
7.	Универсальный закон светопоглощения. Зависимость оптической плотности от длины волны излучения. Поясните, что означает понятие аддитивности оптической плотности раствора?
8.	Факторы, влияющие на величину оптической плотности раствора исследуемого объекта. Причины отклонения оптической плотности от закона Ламберта – Бугера – Бера.
9.	Выбор оптимальных условий для проведения количественного анализа. Поясните на конкретных примерах, используя результаты выполненной лабораторной работы.
10.	Применение УФ – спектроскопии в качественном анализе. Правило Вудворда. Поясните на примерах.
11.	Спектрофотометрия – самый распространенный производственный метод количественного анализа. Охарактеризуйте способы осуществления анализа.
12.	ИК – спектроскопия. Теоретические основы и области применения. Приведите примеры установления структуры вещества (результаты выполненных практических заданий).
13.	Поясните методологию количественного анализа методом ИК – спектроскопией.
14.	Сенсорный анализ на основе оптических датчиков. Области применения.
15.	Электрохимические методы качественного и количественного анализа. Теоретические основы методов, классификация.
16.	Потенциометрические методы установления качественного и количественного состава исследуемого образца (прямые и косвенные).
17.	Ионоселективные электроды, иономеры. Применение ионоселективной потенциометрии в количественном анализе. Охарактеризуйте зависимость величины аналитического сигнала от содержания определяемого компонента в растворе.
18.	Методология количественного анализа потенциометрическим титрованием. Поясните на конкретном примере, воспользуйтесь результатами лабораторной работы.
19.	Кондуктометрический анализ, теоретические основы. Прямая кондуктометрия – метод установления качества продукции, материалов и количественного их содержания. Кондуктометрическое титрование.

№ п/п	Вопросы к экзамену
20.	Вольтамперометрия, полярография – полифункциональные и многоэлементные потенциометрические методы анализа.
21.	Электрохимические сенсоры. Применение в контроле качества объектов окружающей среды.
22.	Хроматография. Теоретические основы хроматографического анализа. Классификация методов. Принципиальная схема основных узлов хроматографа.
23.	ГЖХ – области применения. Хроматограмма – результат качественного и количественного анализа. Поясните это утверждение на конкретных примерах.
24.	Колоночная и плоскостная хроматография как метод разделения и идентификации веществ.
25.	ВЭЖХ – современный метод анализа. Теоретические основы, области применения в качественном и количественном анализе.
26.	Масс – спектрометрия. Теоретические основы метода. Источники ионизации. Характеристика спектров в масс – спектрометрии. Области применения.
27.	Гибридные методы анализа: колоночная хроматография – ВЭЖХ.
28.	Гибридные методы анализа: ИК – спектроскопия - ГЖХ
29.	Гибридные методы анализа: ГЖХ – УФ – спектроскопия.
30.	Основные метрологические характеристики методов анализа: стандартное отклонение, доверительный интервал содержания определяемого компонента, относительная ошибка.
31.	Генеральная совокупность результатов анализа. Распределение результатов анализа, доверительная вероятность, степень свободы.
32.	Малая выборка. Критерий Стьюдента как критерий выбора объема малой выборки. Определение и исключение грубых погрешностей (промахов).
	Доверительный интервал значения определяемой концентрации. Относительная ошибка результатов анализа.
33.	Оценка воспроизводимости и правильности результатов измерений. Критерий Фишера – критерий сходства результатов двух (трех) серий результатов.
34.	Расчет линейного градуировочного графика $y = bx$. Составление таблицы исходных данных для расчета. Применение компьютерных программ.
35.	Расчет линейного градуировочного графика $y = a + bx$. Составление таблицы исходных данных для расчета. Применение компьютерных программ.
36.	Требования, предъявляемые к методикам измерения показателей качества объектов. Обеспечение этих требований.
37.	Внутренний лабораторный контроль качества измерений.
38.	Кондуктометрический анализ. Удельная и эквивалентная электрическая проводимость, их взаимосвязь.
39.	Факторы, влияющие на электрическую проводимость.
40.	Прямая кондуктометрия. Области применения. Укажите достоинства и недостатки применения прямой кондуктометрии.
41.	Кондуктометрическое титрование. Какой вид будут иметь кривые титрования: а) титрование сильной и слабой кислот при совместном присутствии сильным основанием? Укажите, при каком условии кислоты будут титроваться дифференцированно?
42.	Кондуктометрическое титрование. Какой вид будут иметь кривые титрования: а) титрование сильного и слабого оснований при совместном присутствии сильной кислотой? Укажите, при каком условии компоненты будут титроваться дифференцированно?

№ п/п	Вопросы к экзамену
43.	Кондуктометрическое титрование. Какой вид будут иметь кривые титрования: по методу осаждения?
44.	Кондуктометрическое титрование. Какой вид будут иметь кривые титрования: по методу комплексонометрии?
45.	Рассмотрите кривые кондуктометрического титрования для реакций осаждения, если: а) подвижность осаждаемых ионов больше подвижности ионов осадителя; б) Подвижности осаждаемых ионов и ионов осадителя примерно одинаковы.
46.	Потенциометрические методы анализа. Приведите принципиальную схему установки для потенциометрического титрования.
47.	Прямая потенциометрия. Ионоселективные электроды, поясните принцип их устройства. Приведите примеры применения ионоселективных электродов в количественном анализе.
48.	Применение метода градуировочного графика в прямой потенциометрии. Рассмотрите на конкретном примере.
49.	Потенциометрическое титрование. Расчетные значения координат ТЭ (Рассмотрите на примере).
50.	Укажите индикаторные электроды, которые используют при потенциометрическом титрования с использованием реакций кислотно-основного взаимодействия.
51.	Укажите индикаторные электроды, которые применяют при потенциометрическом титрования с использованием реакций комплексообразования.
52.	Укажите индикаторные электроды, которые применяют при потенциометрическом титрования с использованием реакций окисления – восстановления.
53.	Рассмотрите кривую потенциометрического титрования раствора иминодиянтарной кислоты стандартным раствором NaOH, если значения $pK_1 = 2,17$; $pK_2 = 3,61$; $pK_3 = 5,10$; $pK_4 = 11,32$.
54.	Детекторы для газовой хроматографии
55.	Методы количественного анализа в хроматографии
56.	Основные положения метода ЯМР
57.	ЯМР. Химический сдвиг, интенсивность, мультиплетность
58.	ЯМР на ядрах 1H и ^{13}C
59.	Двумерная ЯМР
60.	Капиллярный электрофорез

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
2	Экзамен (устно)	«отлично»	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
		«хорошо»	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
		«удовлетворительно»	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки
		«неудовлетворительно»	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Зенкевич И. Г., Ермаков С. С., Карцова Л. А. и др.	Аналитическая химия. Химический анализ – Изд. 2-е, стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 443 с.: ил.– ISBN 978-5-8114-9169-8.	Учебник	2022	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/187755
2	Ганеев А. А., Зенкевич И. Г., Карцова Л. А. и др.	Аналитическая химия. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа - Изд. 3-е, стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 332 с.: ил.– ISBN 978-5-8114-9137-7.	Учебник	2022	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/187643
3	Вершинин В. И., Власова И. В., Никифорова И. А..	Аналитическая химия : – Изд. 4-е, стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 428 с.: ил. — ISBN 978-5-8114-9166-7.	Учебник	2022	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/187750
4	Жебентяев А.И.	Аналитическая химия. Химические методы анализа : учебное пособие / А. И. Жебентяев, А. К. Жерносек, И. Е. Талуть. – 2-е изд., стер. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2023. – 542 с. : ил. – (Высшее образование. Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-004685-3.	Учебное пособие	2023	ЭБС «ZNANIUM.COM» https://znanium.com/catalog/product/1940916

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
5	Жебентяев А.И.	Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа : учебное пособие / А. И. Жебентяев. – Москва : ИНФРА-М, 2021. – 206 с. : ил. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-16-006615-8.	Учебное пособие	2021	ЭБС «ZNANIUM.COM» https://znanium.com/catalog/product/1915980

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Жебентяев А.И., Жерносек А.К., Талуть И.Е.	Аналитическая химия. Химические методы анализа [Электронный ресурс] : учеб. пособие / 2-е изд., стер. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2014. – 542 с. : ил. – (Высшее образование. Бакалавриат). – ISBN 978-5-16004685-3.	Учебное пособие	2014	ЭБС «ZNANIUM.COM»
2	Щеколдина Т.В., Ольховатов Е.А., Степовой А.В.	Физикохимические основы и общие принципы переработки растительного сырья [Электронный ресурс] : учеб. пособие / СанктПетербург : Лань, 2017. – 208 с. : ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-2697-3.	Учебное пособие	2017	ЭБС «Лань»

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
3	Лебухов В.И. Окара А.И., Павлюченкова Л.П.	Физико-химические методы исследования [Электронный ресурс] : учебник / Санкт-Петербург : Лань, 2012. – 480 с. : ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-1320-1.	Учебник	2012	ЭБС «Лань»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Web of Science [Электронный ресурс]: мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016 – Режим доступа: apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Scopus [Электронный ресурс]: реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004 – Режим доступа: scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Elibrary [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Москва: НЭБ, 2000. – Режим доступа: elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- SpringerLink [Электронный ресурс]: [база данных]. – Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа: link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- ScienceDirect [Электронный ресурс]: коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа: sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- ЭБС «IPRbooks» (права принадлежат ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа»), договор № 620 от 15.06.2021 г. с 01.08.2021 по 01.08.2022 (по адресу <http://www.iprbookshop.ru>) – содержит учебники и учебные пособия, монографии, производственно–практические, справочные издания, а также деловую литературу для практикующих специалистов. В ЭБС включены издания за последние 5 лет по гуманитарным, социальным и экономическим наукам, по остальным отраслям знания – за последние 10 лет.

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows: WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018, срок действия – бессрочно; контракт № 1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно
2	Office Standard: Office Stdandard 2013 Russian OLP NL AcademicEdition	договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. А-215	Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), таблица Менделеева
2	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. А- 306	Столы ученические двухместные (моноблоки), стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), таблица Менделеева
3	Лаборатория «Биохимии клетки и метаболизма» Учебная аудитория для проведения лабораторных работ А-209	Столы лабораторные, мойка 60*80 SAFA лева, стол приборный, шкаф вытяжной 1500 ШВ керамика, морозильная камера Binder, бокс микробиологической безопасности БМБ-II- «Ламинар-С.»-1,5, тумба подкатная, сосуд Дьюара для длит. хранения СДС-35М, с 6 канистрами, блок внешний SRC 45 ZSPR-S Mitsubishi Heavy, блок внутренний SRK 45 ZSPR-S Mitsubishi Heavy, бокс для стерильных работ модель UVT-S (-AR) BS-040107-AAA, датчик O2 + плата управления (4-20мА) binder 5002-0060, источник питания PowerPac Basic, 100-120/220-240 V BioRad 1645050, камера Mini-Sub Cell GT, 7х7см,с заливочным столиком и упорами для заливки BioRad, микроцентрифуга лабораторная Epp MS MiniSpin, вариант приспособления MiniSpin, платформа BS-

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
		010108-EK P-12/100 12 мест д/колб 100-150мл для шейкера OS-20,OS-10, PSU-10i,ES-20, платформа BS-010116-BK P-16/88 для шейкера для пробирок диаметром 30мм, 88 мест (10мл, 15мл, 50 мл), платформа универсальная BS-010108-AK UP-12 с 3 ограничителями S-10, OS-20, PSU-10i, ES-20, термоциклер для амплификации нуклеиновых кислот T100, трансиллюминатор Квант-С, 20x20 см, длина волны 470 нм, холодильник POZIS RK – 103 А, шейкер термостатируемый ES-20 BS-010111-AAA (27 литров) без платформы, орбита 10 мм, BioSan, электропоратор MicroPulser Electroporator BioRad. термостат TC-1/80 СПУ, стол письменный, табуреты лабораторные, химическая посуда.
4	НИЛ «Функциональные гетероциклические соединения». Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. А-309	Стол лабораторный, полка к больш.приборн.столу 2,95,0012, стол лабораторный с мойкой, роторно-вакуумный испаритель ika rv8, мешалка магнитная HS-Pro digital, испаритель ротационный RV 10 basic plus V, мойка с сушкой, стол островной лабораторный, электрочайник Siemens, шкафы вытяжные, мешалка магнитная US-1500S, шкафы, стол островной физический 1500 ОК, стол островной химический 1500 ОКМ, морозильник Саратов 153 135л №051837, холодильник витрина Саратов 502, 301л №1038, весы OHAUS SPX123 лабораторные электронные, 120г, плитка электрическая, штативы лабораторные, весы ALC-210d4, холодильник Днепр 416/442, камера хроматографическая, кювета д/прояв.пластин мешалки магнитные с подогревом,стол преподавательский, табуреты лабораторные, стулья , химическая посуда
5	Помещение для самостоятельной работы студентов. Г-401	Стол ученический – 26 шт., стул - 26 шт., ком Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет.