

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Термоанализ веществ и материалов: термогравиметрия, дифференциальная сканирующая калориметрия, совмещенные методы Б1.В.ДВ.1

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Физико-химические методы исследования в химии

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Зиганшин М.А.

Рецензент(ы):

Горбачук В.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Соломонов Б. Н.

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

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

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

Регистрационный No

Казань
2017

Содержание

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

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Зиганшин М.А. Кафедра физической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова, Marat.Ziganshin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Формирование профессиональных компетенций в области термического анализа, необходимые для реализации научно-исследовательской, производственно-технологической, и педагогической деятельности. Формирование у студентов технологического мышления, необходимого для создания перспективных процессов, материалов и технологических схем.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.1 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 04.04.01 Химия и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Данная учебная дисциплина включена в раздел 'Б1.В.ДВ.1.1 Дисциплины (модули)' вариативной части образовательной программы 04.04.01 Химия и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Общенаучный цикл Б1, его вариативная часть Б1.В.ДВ.1.1. Опирается на основные разделы общенаучных дисциплин: физическая химия, коллоидная химия, неорганическая химия, органическая химия, аналитическая химия.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3 (общекультурные компетенции)	Должен обладать готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	Должен обладать способностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	Должен обладать владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии

В результате освоения дисциплины студент:

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания в области термического анализа, как для проведения самостоятельных исследований, так и для критического анализа результатов, полученных другими специалистами.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 1 семестре.

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

- 86 баллов и более - "отлично" (отл.);
 71-85 баллов - "хорошо" (хор.);
 55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);
 54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Обзор термических методов анализа, их возможности. Аппаратное исполнение установок для термического анализа.	1	1	0	2	0	
2.	Тема 2. Термогравиметрия. Основы метода. Устройство термовесов, виды регистраций сигналов, графическое представление экспериментальных данных.	1	2	0	2	0	
3.	Тема 3. Обработка результатов термического анализа, определение количества стадий, начала и конца процессов.	1	3	0	2	0	устный опрос проверка практических навыков
4.	Тема 4. Артефакты на кривых термогравиметрического анализа.	1	4	0	2	0	устный опрос
5.	Тема 5. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Основы метода. Термопара. Типы калориметров.	1	5	0	2	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
6.	Тема 6. Основные характеристики дифференциальных сканирующих калориметров. Факторы, влияющие на результаты измерений.	1	6	0	2	0	
7.	Тема 7. Синхронный термический анализ. Основные компоненты приборов синхронного термического анализа. Методы идентификации газообразных продуктов.	1	7	0	2	0	
8.	Тема 8. Программное обеспечение прибора синхронного термического анализа. Программное обеспечение для обработки результатов синхронного термического анализа.	1	8	0	2	0	устный опрос проверка практических навыков
9.	Тема 9. Калибровка прибора синхронного термического анализа по температуре и чувствительности.	1	9	0	2	0	устный опрос проверка практических навыков
10.	Тема 10. Количественные определения из результатов синхронного термического анализа.	1	10	0	2	0	контрольная работа проверка практических навыков
11.	Тема 11. Проведение измерений на низкотемпературном дифференциальном сканирующем калориметре. Создание макроса для автоматизации измерения.	1	11	0	2	0	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
12.	Тема 12. Количественные определения из результатов дифференциальной сканирующей калориметрии.	1	12	0	2	0	устный опрос проверка практических навыков
13.	Тема 13. Основы измерений в режиме температурной модуляции. Определение обратимой и необратимой части общего теплового потока.	1	13	0	2	0	
14.	Тема 14. Проведение кинетических исследований химических реакций методом синхронного термического анализа.	1	14	0	2	0	устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	экзамен
	Итого			0	28	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Обзор термических методов анализа, их возможности. Аппаратное исполнение установок для термического анализа.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Основы термического анализа. Термический анализ в ряду других физико-химических методов анализа. Классификация методов термического анализа. Дилатометрия. Термический механический анализ. Динамический механический термический анализ. Диэлектрический анализ. Принципы методов. Области применения.

Тема 2. Термогравиметрия. Основы метода. Устройство термовесов, виды регистраций сигналов, графическое представление экспериментальных данных.

практическое занятие (2 часа(ов)):

История становления и развития термогравиметрии. Типы термовесов. Особенности устройства и эксплуатации термовесов. Разрешение и чувствительность термовесов. Параметры, определяемые с помощью термогравиметрии. Способы представления кривой термогравиметрии. Применение термогравиметрии для процессов, протекающих с изменением и без изменения массы образца. Факторы, влияющие на результаты термогравиметрического анализа. Применение термогравиметрии для качественного и количественного анализа неорганических и органических веществ, содержания добавок в полимерных композициях. Метод ступенчатого изотермического нагревания.

Тема 3. Обработка результатов термического анализа, определение количества стадий, начала и конца процессов.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Международные стандарты. Методика определения температуры начала и конца процесса. Дифференциальная термогравиметрическая кривая и ее применение для определения границ процессов. Температура, соответствующая максимальной скорости изменения массы. Расчет стехиометрических соотношений для индивидуальных сложных веществ, комплексов и клатратов по данным термогравиметрии.

Тема 4. Артефакты на кривых термогравиметрического анализа.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Типы артефактов на кривых термогравиметрии. Электрические наводки. Выталкивающая сила, влияние типа продувочных газов. Смена сегментов температурной программы. Масса навески. Механические воздействия. Подбор оптимальных условий для минимизации влияния внешних факторов на результаты измерений.

Тема 5. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Основы метода. Термопара. Типы калориметров.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Дифференциально-термический анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия. Дифференциальная сканирующая калориметрия с тепловым потоком и с компенсацией мощности. Тепловой блок и датчики температуры. Типы печей. Термопары. Эффект Зеебека, коэффициент Зеебека для некоторых материалов, применяемых при изготовлении термопар. Аппаратное исполнение дифференциального сканирующего калориметра.

Тема 6. Основные характеристики дифференциальных сканирующих калориметров. Факторы, влияющие на результаты измерений.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Требования к измерительным ячейкам. Уравнение теплообмена между образцом и окружающей средой. Численные методы решения уравнений теплопередачи. Постоянная времени и чувствительность дифференциальных сканирующих калориметров. Факторы, влияющие на результаты измерения: тип тигля, наличие отверстия в крышке тигля, скорость нагревания/охлаждения, физическое состояние образца, тип атмосферы.

Тема 7. Синхронный термический анализ. Основные компоненты приборов синхронного термического анализа. Методы идентификации газообразных продуктов.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Варианты исполнения приборов синхронного термического анализа (ТГ/ДСК, ТГ/ДТА, ТГ/СДТА). Варианты взаимного расположения термовесов и печи. Преимущества синхронных методов анализа. Вид результатов синхронного термического анализа. Системы для анализа выделяющихся газов: ИК-спектроскопия, масс-спектрометрия, газовая хроматография. Краткая характеристика методов анализа выделяющихся газов, возможности и ограничения каждого метода. Капиллярное и скиммерное сопряжение масс-спектрометра с прибором синхронного термического анализа. Количественная калибровка масс-спектрометрического детектора.

Тема 8. Программное обеспечение прибора синхронного термического анализа.

Программное обеспечение для обработки результатов синхронного термического анализа.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Знакомство с программным обеспечением прибора синхронного термического анализа. Измерение базовой линии. Режимы работы прибора синхронного термического анализа: коррекция, образец и образец+коррекция. Создание температурной программы измерения. Работа масс-спектрометрического детектора в режиме ?диапазон массовых чисел? и режиме ?заданных массовых чисел?. Обработка результатов измерения. Сглаживание кривых. Построение 1-ой и 2-ой производных изменения массы образца по температуре или по времени. Вычисление температур ДТГ-пика, начала и конца процесса.

Тема 9. Калибровка прибора синхронного термического анализа по температуре и чувствительности.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Общие представления о необходимости проведения калибровки приборов. Калибровочные стандарты по фазовому переходу 1-ого рода и по полиморфному переходу. Порядок подготовки и проведения калибровок. Создание температурной программы калибровки. Обработка результатов и создание калибровочных кривых.

Тема 10. Количественные определения из результатов синхронного термического анализа.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Проведение термического анализа процессов разложения кристаллогидратов сульфата меди (II) и сульфата железа (III). Расчет общего содержания воды в образцах. Определение количества стадий процесса разложения и расчет количества воды теряемой на каждой стадии. Определение температур начала и конца процессов разложения, энтальпий процессов разложения.

Тема 11. Проведение измерений на низкотемпературном дифференциальном сканирующем калориметре. Создание макроса для автоматизации измерения.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Особенности калибровка калориметра и проведения измерений в условиях низких температур. Создание температурной программы измерения для одного образца и для группы образцов. Автоматизация обработки результатов для рутинных исследований. Особенности измерений процессов: фазовый переход, переход ?порядок-беспорядок?, стеклообразный переход, полиморфный переход.

Тема 12. Количественные определения из результатов дифференциальной сканирующей калориметрии.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Изучение стеклообразного перехода и плавления образца полимера или битума. Порядок обработки результатов измерений (сегменты нагрева и охлаждения, сглаживание, выбор типа базовой линии). Расчет энтальпии процессов, температур фазовых и стеклообразных переходов.

Тема 13. Основы измерений в режиме температурной модуляции. Определение обратимой и необратимой части общего теплового потока.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Базовые представления о режиме температурной модуляции. Основное уравнение, возможности метода, подбор параметров модуляционного сигнала. Создание температурной программы для измерений в режиме температурной модуляции. Порядок обработки результатов измерений. Выделение сигналов обратимых и необратимых тепловых процессов из общего ДСК сигнала.

Тема 14. Проведение кинетических исследований химических реакций методом синхронного термического анализа.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Основы термокинетики. Основные кинетические модели. Температурные программы для проведения кинетических исследований. Степень превращения в термоанализе. Определение энергии активации из модель?независимого анализа. Выбор кинетической модели для расчета кинетических параметров реакции.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Обработка результатов термического анализа, определение количества стадий,					

начала и конца процессов.

1	3		1	проверка практических навыков
---	---	--	---	-------------------------------------

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
				подготовка к устному опросу	1	устный опрос
4.	Тема 4. Артефакты на кривых термогравиметрического анализа.	1	4	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения					2	проверка практических навыков
	Тема 8. Программное обеспечение прибора синхронного термического анализа. Использование программного терминального интерфейса конкретной системы, термометрическое оборудование для обработки результатов синхронного термического анализа.	1	8	проводится разбор и анализ, выполняются практические работы на		проверка практических навыков
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточный аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов				подготовка к устному опросу	1	устный опрос
	Тема 9. Калибровка прибора синхронного термического анализа по температуре.				2	проверка практических навыков
Тема 1. Обзор термических методов анализа, их возможности. Аппаратное обеспечение установок для термического анализа.				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
Тема 2. Термогравиметрия. Основы метода. Устройство термовесов, виды регистраций сигналов, графическое представление экспериментальных данных.					2	устный опрос
Тема 3. Обработка результатов термического анализа, определение количества стадий, начала и конца процессов.					2	проверка практических навыков
	Тема 10. Проверка практических навыков, примерные вопросы: обработка результатов измерения процессов термического анализа. устный опрос, примерные вопросы:	1	10	разложения модельных неорганических образцов		устный опрос
Тема 11. Проведение измерений на дифференциальной термогравиметрической кривой для определения количества процессов.						
Тема 4. Артефакты на кривых термогравиметрического анализа.				подготовка к устному опросу	4	устный опрос
	Тема 11. Создание макромодели образцов и условий проведения анализа на верооятность возникновения артефактов.			Применение кривой для определения количества процессов.		
Тема 5. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Основы метода. Термопара. Типы калориметров.						
Тема 6. Основные характеристики дифференциальных сканирующих калориметров. Факторы, влияющие на результаты измерений.						проверка практических навыков
Тема 7. Синхронный термический анализ. Основные компоненты приборов синхронного термического анализа. Методы идентификации газообразных продуктов.						устный опрос
Тема 8. Программное обеспечение прибора синхронного термического анализа.						
Программное обеспечение для обработки результатов синхронного термического анализа						
	Тема 14. Проверка практических навыков, примерные вопросы: Создание программы для измерения в режиме синхронного термического анализа, включая изменение массы образца, тепловые эффекты и ионные термограммы.	1	4	устному опросу	4	устный опрос
Итого					26	

Алгоритм проведения измерений образцов. Создание температурной программы измерения. Основные приемы обработки результатов синхронного термического анализа.

Тема 9. Калибровка прибора синхронного термического анализа по температуре и чувствительности.

проверка практических навыков , примерные вопросы:

Калибровка прибора синхронного термического анализа по температуре и чувствительности с использованием 4 калибровочных образцов.

устный опрос , примерные вопросы:

Алгоритм проведения калибровки прибора синхронного термического анализа по температуре и чувствительности. Вещества, применяемые для калибровки.

Тема 10. Количественные определения из результатов синхронного термического анализа.

проверка практических навыков , примерные вопросы:

Проведение термического анализа процессов разложения кристаллогидратов сульфата меди (II) и сульфата железа (III).

устный опрос , примерные вопросы:

Вопросы к контрольной работе 1. Расчет стехиометрических соотношений в кристаллогидратах. 2. Методика определения количества стадий процессов. 3. Отличие методов ДТА и ДСК

Тема 11. Проведение измерений на низкотемпературном дифференциальном сканирующем калориметре. Создание макроса для автоматизации измерения.

устный опрос , примерные вопросы:

Калибровочные вещества для области низких температур. Ограничения по скорости развертки температуры при проведении измерений в области низких температур. Принцип создания макроса для автоматизации измерения на дифференциальном сканирующем калориметре.

Тема 12. Количественные определения из результатов дифференциальной сканирующей калориметрии.

проверка практических навыков , примерные вопросы:

Изучение стеклообразного перехода и плавления образца полимера или битума.

устный опрос , примерные вопросы:

Фазовые, полиморфные и стеклообразные переходы. Определение температуры стеклообразного перехода, энтальпии плавления и кристаллизации.

Тема 13. Основы измерений в режиме температурной модуляции. Определение обратимой и необратимой части общего теплового потока.

Тема 14. Проведение кинетических исследований химических реакций методом синхронного термического анализа.

устный опрос , примерные вопросы:

Основы термокинетики. Основные кинетические модели. Критерии выбора кинетической модели для конкретной реакции.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Вопросы к экзамену:

1. Принципы термического анализа. Области применения.
2. Классификация методов термического анализа по определяемому свойству.
3. История становления и развития термогравиметрии.
4. Особенности конструкции термовесов.
5. Применение термогравиметрии для качественного и количественного анализа.
6. Методики определения количества процессов, их начала и конца по данным термогравиметрии.

7. Типы артефактов на кривых термогравиметрии. Причины их возникновения.
8. Дифференциально-термический анализ и дифференциальная сканирующая калориметрия.
9. Области применения ДТА и ДСК.
10. Виды дифференциальной сканирующей калориметрии.
11. Термоэлектрические преобразователи - термопары. Виды термопар.
12. Эффект Зеебека, коэффициент Зеебека. Термо ЭДС.
13. Конструкция измерительной ячейки дифференциального сканирующего калориметра.
14. Уравнение теплообмена между образцом и окружающей средой.
15. Основные характеристики дифференциального сканирующего калориметра.
16. Факторы, влияющие на результаты дифференциальной сканирующей калориметрии.
17. Принципы подбора условий для проведения измерений дифференциальной сканирующей калориметрии.
18. Синхронный термический анализ. Его преимущества.
19. Варианты исполнения приборов синхронного термического анализа.
20. Системы для анализа выделяющихся газов, применяемые в синхронном термическом анализе.
21. Капиллярное и скиммерное сопряжение масс-спектрометра с прибором синхронного термического анализа.
22. Количественная калибровка масс-спектрометра. Газовые петли.
23. Режимы работы прибора синхронного термического анализа. Условия их выбора.
24. Алгоритм создания температурной программы для изучения термической стабильности твердого образца.
25. Обработка результатов термогравиметрии. Физический смысл и применений первой и второй производной ТГ.
26. Температура максимальной скорости разложения.
27. Общие принципы калибровки прибора синхронного термического анализа.
28. Обработка результатов измерения и расчет основных параметров процессов, связанных с изменением массы образца и тепловыми эффектами.
29. Фазовые, полиморфные и стеклообразные переходы. Их отличия и проявления на экспериментальных кривых синхронного термического анализа.
30. Температурная модуляция в дифференциальном термическом анализе. Возможности метода.
31. Выделение сигналов обратимых и необратимых тепловых процессов из общего ДСК сигнала.
32. Основы термокинетики. Основные кинетические модели.
33. Определение энергии активации из модель-независимого анализа.
34. Общие принципы выбора кинетической модели для расчета кинетических параметров реакции.

7.1. Основная литература:

1. Руководство к практическим работам по физико-химическим методам исследования [Текст: электронный ресурс] : для студентов Химического института / Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Хим. ин-т им. А. М. Бутлерова, Каф. физ. химии ; сост.: М. А. Варфоломеев, И. А. Седов, М. А. Зиганшин, В. Б. Новиков, А. В. Герасимов, В. А. Сироткин, В. В. Горбачук, Б. Н. Соломонов .? Электронные данные (1 файл: 7,65 Мб) .? (Казань : Казанский федеральный университет, 2015) .? Загл. с экрана .? Для 9-го семестра .? Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2013 .? Режим доступа: открытый .

Оригинал копии: Руководство к практическим работам по физико-химическим методам исследования : для студентов Химического института / [сост.: М. А. Варфоломеев и др.] .? Казань : [Казанский университет], 2013 .? 107 с. : ил. ; 21, 50.

2.Афанасьев, Б.Н. Физическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.Н. Афанасьев, Ю.П. Акулова. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2012. ? 464 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4312

3.Еремин, В.В. Основы физической химии. Теория: в 2 частях [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Еремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская. ? Электрон. дан. ? М. : "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2013. ? 590 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66369

7.2. Дополнительная литература:

1. Шестак Ярослав. Теория термического анализа: Физико-химические свойства твердых неорганических веществ М.: Мир, 1987. - 456 с.

2. Уэндландт У. Термические методы анализа М.: Мир, 1978. - 527 с.

3. Варфоломеев, Михаил Алексеевич. Термодинамика нековалентных взаимодействий бензиламина с органическими неэлектролитами: калориметрия растворения / М.А. Варфоломеев, И.Т. Ракипов, Б.Н. Соломонов // УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ КАЗАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА. ? 2010 .? Т.152. Кн.3. Серия Естественные науки .? С.91-105.

4. Гельфман, М.И. Практикум по физической химии [Электронный ресурс] : учебное пособие. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2004. ? 255 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4031 ? Загл. с экрана.

5. Хеммингер В. Хене Г. Калориметрия. Теория и практика. "Химия" 1990. - 176 с.

7.3. Интернет-ресурсы:

physical+chemistry/journal - <http://www.springer.com/chemistry/physical+chemistry/journal/10973>

thermochimica-acta - <http://www.journals.elsevier.com/thermochimica-acta/>

База данных, включающая теплофизические свойства веществ - <http://webbook.nist.gov/chemistry/form-ser.html>

Литература от производителя термоаналитического оборудования - <https://www.netzsch-thermal-analysis.com/ru/header/literatura-cifrovye-nositeli/>

Международная конфедерация по термическому анализу и калориметрии - <http://www.ictac.org>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Термоанализ веществ и материалов: термогравиметрия, дифференциальная сканирующая калориметрия, совмещенные методы" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

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

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав. Персональный компьютер и проектор для демонстрации иллюстративного материала по всем разделам дисциплины и компьютерных симуляций

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

Оборудование для практических работ:

1. Прибор синхронного термического анализа NETZSCH STA 449 Jupiter совмещенный с квадрупольным масс-спектрометром QMS 403 C Aëls.
2. Прибор синхронного термического анализа ТГ-ДТА/ДСК STA 449 F1 Jupiter сопряженный с масс-спектрометром QMS 403 D Aëls (Netzsch).
3. Дифференциальный сканирующий калориметр теплового потока DSC 204 F1 Phenix.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 04.04.01 "Химия" и магистерской программе Физико-химические методы исследования в химии .

Автор(ы):

Зиганшин М.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Горбачук В.В. _____

"__" _____ 201__ г.