

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
общей и неорганической химии



Семенов В.Н.

30.06.2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.05 Термические методы анализа

1. Код и наименование направления: 04.04.01 по направлению "Химия"
2. Профиль подготовки/специализация: Экспертная химия
3. Квалификация выпускника: магистр
4. Форма обучения: Очно-заочная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра общей и неорганической химии
6. Составители программы: Семенова Галина Владимировна, д.х.н., профессор
7. Рекомендована: НМС химического факультета протокол № 5 от 17.06.2021

8. Учебный год: 2021/2022 Семестр(ы): 1

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Основной целью изучения дисциплины является формирование у студентов знаний и представлений об основной группе методов построения T -х фазовых диаграмм – о тер-

мических методах анализа, об их разновидностях, а также о возможностях их применения в научно-исследовательской практике и в диагностике материалов.

Задачи учебной дисциплины:

- ознакомление обучающихся с принципами физико-химического анализа, методами ДТА, термогравиметрии, с основными типами фазовых диаграмм двух- и трехкомпонентных систем;

- обучение умению использовать основные понятия и законы физико-химического анализа, навыкам анализа фазовых диаграмм, навыками работы на установках дифференциального термического анализа, дериватографии.

- ознакомление с общими представлениями о диаграммах состояния, фазовых диаграммах многокомпонентных систем, Р-Т-х диаграммах двухкомпонентных систем, экспериментальными исследованиями и построениями фазовых диаграмм методами термического анализа.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: блок Б1.В.05, вариативная часть, формируемая участниками образовательных отношений, блока Б1. Необходимо владеть целостным представлением о природе химической связи в неорганических соединениях, их кристаллохимическом строении, уметь использовать знания для интерпретации процессов синтеза и свойств материалов, владеть навыками самостоятельной работы по получению и изучению свойств материалов.

ПКВ-2.1; ПКВ-2.2; ПКВ-3.1; ПКВ-3.2

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикаторы	Планируемые результаты обучения
ПКВ-2	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии	ПКВ-2.1.	Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий	<p>знать:</p> <p>основные принципы методов термического анализа</p> <p>уметь:</p> <p>планировать эксперимент, проводить поиск информации для постановки эксперимента, строить диаграммы состояний на основании экспериментальных данных</p>
		ПКВ-2.2	Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	<p>владеть:</p> <p>навыками работы на установках дифференциального термического анализа, дериватографии</p>

ПКВ-3	Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии	ПКВ-3.1.	Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными данными	<p>знать:</p> <p>теорию и практику методов термического анализа, методологи постановки эксперимента</p> <p>уметь:</p> <p>извлекать информацию, аккумулированную в диаграммах фазовых состояний, планировать на основе этой информации эксперимент</p>
		ПКВ-3.2.	Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	<p>владеть:</p> <p>основами организации экспериментальных исследований методами термического анализа</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 144 ч. / 4 з.е.

Форма промежуточной аттестации Экзамен

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ семестра	№ семестра	...
Контактная работа	50	1		
в том числе:	лекции	34	1	
	практические			
	лабораторные	16	1	
	курсовая работа			
Самостоятельная работа	58	1		
Промежуточная аттестация	36	1		
Итого:	144	1		

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Общие представления о диаграммах состояния	Принцип непрерывности, принцип соответствия. Основные понятия и определения. Параметры состояния и термодинамические функции. Правило фаз. Модальные свойства, зависимость между числом областей, границ, точек фазовых диаграмм с различным числом измерений.	Термические методы анализа https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9518

1.2	Фазовые диаграммы многокомпонентных систем	<p>Диаграмма состояния однокомпонентной системы. Плоские и объемные диаграммы. Полиморфизм, энантиотропия, монотропия.</p> <p>Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем. Способы выражения концентрации. Фазовая диаграмма системы с непрерывным рядом твердых растворов. Системы с ограниченной растворимостью в твердом состоянии. Эвтектическое и перитектическое равновесие. Ретроградная растворимость. Образование двух или нескольких кристаллических форм компонентов. Ограниченная растворимость в жидком состоянии. Синтектика, монотектика.</p> <p>Образование химических соединений между компонентами. Системы с конгруэнтно плавящимися соединениями. и с образованием инконгруэнтно плавящихся соединений.</p> <p>Построение основных типов диаграмм состояний методом изобарного потенциала</p> <p>Диаграммы состояния тройных систем. Поверхности ликвидуса, солидуса. Политермические и изотермические сечения. Тройные диаграммы с неограниченной растворимостью. Четырехфазное равновесие в тройной системе. Эвтектическое равновесие $L \leftrightarrow \alpha + \beta + \gamma$. Перитектическое равновесие 1 класса $L + \alpha \leftrightarrow \beta + \gamma$. Перитектическое равновесие 2 класса $L + \alpha + \beta \leftrightarrow \gamma$. Образование химических соединений между компонентами. Триангуляция. Особенности триангуляции в металлических системах.</p>	<p>Термические методы анализа https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9518</p>
1.3	P-T-x диаграммы двухкомпонентных систем	<p>P-T-x диаграммы двухкомпонентных систем. Конденсированные и неконденсированные системы. Сечения и проекции. Основные типы P-T-x фазовых диаграмм.</p>	<p>Термические методы анализа https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9518</p>
2. Практические занятия			
2.1			
2.2			
3. Лабораторные занятия			
3.1	Экспериментальное исследование и построение фазовых диаграмм методами термического анализа	<p>Визуально - политермический анализ. Дифференциальный термический анализ. Комбинированная термопара. Калибровка термопары. Исследование сплавов методом ДТА. Расшифровка термограмм.</p>	

3.2	Термогравиметрия	Принцип работы дериватографа. Расшифровка дериватограмм.	
3.3	Исследование Р-Т-х диаграмм	Тензиметрические методы изучения гетерофазных равновесий.	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1.1	Общие представления о диаграммах состояния	2		-	4	6
1.2	Фазовые диаграммы многокомпонентных систем	26		-	30	56
1.3	Р-Т-х диаграммы двухкомпонентных систем	6		-	10	16
3.1	Экспериментальное исследование и построение фазовых диаграмм методами термического анализа			12	6	18
3.2	Термогравиметрия			2	2	4
3.3	Исследование Р-Т-х диаграмм			2	6	8
	Итого:	34		16	58	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Организация изучения дисциплины предполагает: смешанное обучение, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ):

- проведение лекций
- проведение лабораторных занятий
- внеаудиторная самостоятельная работа студентов

Организационная структура лекционного занятия (могут проводиться с использованием дистанционных образовательных технологий) :

1. Формулировка темы, постановка проблемного вопроса
2. Разъяснение теоретических и практических вопросов для решения поставленной проблемы
3. Конкретные примеры решения поставленных вопросов
4. Выводы
5. Формулировка задания для самостоятельной работы

Организационная структура лабораторного занятия.

1. Формулировка цели занятия
2. Обсуждение теоретических основ темы, опрос студентов
3. Выполнение работы

4. Проверка выполненных заданий
5. Выводы

Текущий контроль проводится путем устного опроса студентов, обсуждения материала для самостоятельной работы, выполнения контрольных работ.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Гончаров Е.Г. Краткий курс теоретической неорганической химии/ Е.Г. Гончаров В.Ю. Кондрашин, А.М. Ховив – СПб: Лань, 2017. – 464 с.
2	Гончаров Е.Г. Теоретические основы неорганической химии / Е.Г. Гончаров [и др.] - Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2014. – 589 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Котова Д.Л. Термический анализ ионообменных материалов / Д.Л. Котова, В.Ф. Селеменев. – М. : Наука. 2002. – 156 с.
4	Петров, Д.А. Двойные и тройные системы / Д.А. Петров. - М. : Metallurgy. 1986. - 256 с.
5	Афиногенов Ю.П., Гончаров Е.Г., Семенова Г.В., Зломанов В.П. Физико-химический анализ многокомпонентных систем - Учебное пособие. М.: МФТИ, 2006. – 332 с.
6	Зломанов, В.П. Р-Т-х диаграммы двойных систем / В.П. Зломанов. - М. : Изд. МГУ. 1980 . – 152 с.
7	Захаров, А.М. Многокомпонентные металлические системы с промежуточными фазами / А.М. Захаров. - М. : Metallurgy. 1985. - 134 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1.	https://edu.vsu.ru/
2.	www.lib.vsu.ru
3.	http://chemtermod.nglib.ru
4.	http://newlibrary.ru

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы, онлайн-курсы, ЭУМК

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Зломанов В.П. Фазовые равновесия. Химия дефектов в кристалле.: учеб. пособие / В.П. Зломанов. – М. : 2011. – 114 с.
2	Гончаров Е.Г. Химия полупроводников: учеб. пособие / Е.Г. Гончаров, Г.В. Семенова, Я.А. Угай. - Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1995. – 270 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины используются классические образовательные технологии без замены аудиторных занятий на ДОТ.. Основные типы лекций – вводные (в нача-

ле изучения дисциплины) и информационные. Проведение текущих аттестаций и промежуточных аттестаций осуществляется в форме устного собеседования по КИМ.

В случае необходимости перехода на дистанционный режим обучения для создания электронных курсов, чтения лекций он-лайн и проведения лабораторно- практических занятий используется информационные ресурсы Образовательного портала "Электронный университет ВГУ (<https://edu.vsu.ru>), базирующегося на системе дистанционного обучения Moodle, развернутой в университете

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

1. Мультимедийная техника
2. Дериватограф 3431Q 1500 Paulik, Paulik & Erdei
4. Установка для дифференциального термического анализа с выводом сигнала на ПК
5. Весы «Ohaus»
6. Печь СНОЛ
7. Печь электрическая муфельная ЭП-1200-2
8. Термометр контактный ТК-5,11 двухканальный без зондов
9. Пост вакуумный откачной
10. Форвакуумная насосная станция ВУФ-714

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Общие представления о диаграммах состояния	ПКВ-2	ПКВ-2.1	<i>Устный опрос</i>
2.	Фазовые диаграммы многокомпонентных систем	ПКВ-3	ПКВ-3.1 ПКВ-3.2	<i>Контрольная работа</i>
3	P-T-x диаграммы двухкомпонентных систем	ПКВ-2	ПКВ-2/1	<i>Контрольная работа</i>
4	Экспериментальное исследование сплавов двойных систем методами термического анализа	ПКВ-2	ПКВ-2.1 ПКВ-2.2	Практическое задание
5	Термогравиметрия	ПКВ-2	ПКВ-2.1 ПКВ-2.2	Практическое задание
6	Исследование P-T-x диаграмм	ПКВ-2	ПКВ-2.1 ПКВ-2.2	Практическое задание
Промежуточная аттестация форма контроля - экзамен				<i>Перечень вопросов</i>

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Практические задания; контрольные работы

Практические задания выполняются на лабораторном занятии в течение трех академических часов. За этот период студент делает практическую часть работы, обрабатывает полученные результаты, делает выводы.

Контрольные работы выполняются на лабораторном занятии в течение одного академического часа, темы работ и требования к их выполнению разъясняются преподавателем заранее.

Перечень заданий для контрольных работ

1. Описание фазовых диаграмм двухкомпонентных систем (индивидуальное задание)
2. Построение Т-х сечения Р-Т-х диаграмм двухкомпонентных систем
3. Триангуляция диаграмм состояний тройных систем
4. Термический анализ – общая характеристика методов.
5. Метод ДТА
6. «Особые» точки кривой ДТА
7. Методы тензиметрии.
8. Статический манометрический метод
9. Динамические методы определения давления пара
10. Определение границ фазовых областей с помощью диаграмм «состав – свойство»
11. Статические методы определения давления пара
12. Определение границ фазовых областей с помощью методов тензиметрии
13. Диаграммы «состав – свойство» и их использование в ФХА

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по экзаменационным билетам

(наименование оценочного средства промежуточной аттестации)

Перечень вопросов к экзамену:

1. Физико-химический анализ и его приложения. Принцип непрерывности, принцип соответствия.
2. Условия равновесия фаз в гетерогенной системе. Принцип равновесия Гиббса. Условия стабильного равновесия. Правило фаз Гиббса. Термодинамическая вариантность.
3. Диаграмма состояния однокомпонентной системы. Объемная Р-Т- V, ее проекции.
4. Полиморфизм, энантиотропия, монотропия.
5. Двухкомпонентные системы. Образование двух или нескольких кристаллических форм компонентов
6. Ограниченная растворимость в жидком состоянии. Синтектика, монотектика
7. Р-Т-х диаграммы двухкомпонентных систем. Сечения и проекции.
8. Системы с непрерывным рядом твердых растворов. Конденсированные и неконденсированные системы. Р-Т-х диаграмма
9. Системы с ограниченной растворимостью в твердом состоянии. Эвтектическое и перитектическое равновесие. Р-Т-х диаграмма

10. Образование химических соединений между компонентами. Системы с конгруэнтно плавящимися соединениями. P-T-x диаграмма
11. Системы с образованием инконгруэнтно плавящихся соединений
12. Термический анализ – общая характеристика методов
13. Метод ДТА
14. Методы тензиметрии.
15. Статические методы определения давления пара
16. Статический манометрический метод
17. Динамические методы определения давления пара
18. Определение границ фазовых областей с помощью методов тензиметрии
19. Определение границ фазовых областей с помощью диаграмм «состав – свойство»
20. «Особые» точки кривой ДТА
21. Диаграммы «состав – свойство» и их использование в ФХА
22. Понятие о диаграммах состояния трехкомпонентных систем. Политермические и изотермические сечения.
23. Тройные диаграммы с неограниченной растворимостью.
24. Трехфазное равновесие в тройных системах
25. Определение состава сплава.
26. Сечения ДС тройной системы.
27. Четырехфазное равновесие в тройной системе
28. Двухфазное равновесие в тройных системах
29. Тройные диаграммы с неограниченной растворимостью.
30. Диаграмма состояния системы с тройной эвтектикой
31. Диаграмма состояния системы с тройной эвтектикой: изотермические сечения фазовой диаграммы
32. Диаграмма состояния системы с тройной эвтектикой: Политермические сечения фазовой диаграммы
- 33.
34. Тройные системы. Образование химических соединений между компонентами.
35. Триангуляция тройных систем. Особенности триангуляции в металлических системах.
36. Квазибинарные сечения в тройных системах
37. Четырехфазное равновесие в тройной системе: перитектическое равновесие 1 класса $L + \square \leftrightarrow \square \square \square$.
38. Четырехфазное равновесие в тройной системе: эвтектическое равновесие $L \leftrightarrow \alpha + \beta + \gamma$.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используются следующие показатели:

- знание учебного материала, владение понятийным аппаратом физико-химического анализа;
- умение связывать теорию и практику;
- умение иллюстрировать ответ примерами и фактами;
- умение решать практические задачи;
- владение методиками термического анализа

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Студент хорошо владеет теоретическим материалом: понимает суть основных закономерностей, правильно записывает все основные формулы, применяет их к решению практических задач, приводит примеры. Правильно отвечает на все дополнительные вопросы. Ответ соответствует в полной мере всем перечисленным компетенциям.	Повышенный уровень	Отлично
То же, что для оценки «отлично», но студент допускает неточности в формулировках, несущественные ошибки в написании формул, отвечает не на все дополнительные вопросы. Ответ соответствует не полностью освоению компетенций.	Базовый уровень	Хорошо
Студент не знает некоторые разделы курса; допускает многочисленные ошибки при написании формул и уравнений, но способен их исправить. Понимает основные закономерности, но с трудом применяет их к решению практических задач.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Студент не приобрел никаких новых знаний, либо эти знания фрагментарны. Компетенции не освоены.	–	Неудовлетворительно