

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научно-методической
и учебной работе

Е.И. Скафа

«*28*» *апреля* 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы исследования фазовых равновесий»

Направление подготовки: 04.03.01 Химия

Профиль подготовки:

Образовательная программа: бакалавриат

Квалификация: академический бакалавр

Форма обучения: очная

УТВЕРЖДАЮ:

Декан химического факультета

А.В. Белый

«16» апреля 2020 г.



Программа учебной дисциплины «Методы исследования фазовых равновесий» составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ГОС ВПО) Донецкой Народной Республики (ДНР) по направлению подготовки 04.03.01 Химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 454 от «20» апреля 2016 г.; Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.; учебного плана и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 04.03.01 Химия, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

доцент кафедры физической химии,
К.Х.Н.

А.В. Белый

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры физической химии протокол № 13 от «28» марта 2020 г.

Заведующий кафедрой

В.М. Михальчук

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией химического факультета

Протокол № 10 от «13» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета

Н.В. Яблочкова

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Курс «Методы исследования фазовых равновесий» является дисциплиной по выбору студентов и входит в вариативную часть профессионального блока плана подготовки студентов ОП Бакалавр по направлению 04.03.01 Химия. Дисциплина реализуется на химическом факультете ДонНУ кафедрой физической химии. Основывается на базе дисциплин: «Неорганическая химия», «Физическая химия», «Физика», «Математика». Является основой при выполнении выпускной квалификационной работы.

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>	
Направление подготовки	04.03.01 Химия
Профиль	
Образовательная программа	бакалавриат
Квалификация	академический бакалавр
Количество содержательных модулей	1
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Дисциплина вариативной части образовательной программы
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	МК, зачёт
Показатели	очная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	2
Год подготовки	3
Семестр	6
Количество часов	72
- лекционных	36
- практических, семинарских	
- лабораторных	
- самостоятельной работы	36
в т.ч. индивидуальное задание	
Недельное количество часов,	4
в т.ч. аудиторных	2

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи

Цели:

- педагогическая - подготовка химиков, которые умеют применять на практике все полученные знания о теоретических и экспериментальных методах исследований фазового состояния вещества;
- дидактическая - усвоение знаний, которые предусмотрены программой, благодаря целенаправленному сотрудничеству преподавателя и студента;
- методическая - выделить главное звено в каждой теме, которое будет оказывать содействие формированию основных понятий относительно теоретических и экспериментальных методов химии; формирование знаний в результате активизации познавательной деятельности студентов, применение разных методов активного обучения.

Задачи:

- ознакомить студентов с теоретическими основами физико-химического анализа веществ;
- изучить методы изображения фазового состояния и характерные особенности диаграмм одно-, двух- и многокомпонентных систем;
- изучить методы, которые применяются на практике при исследованиях фазовых переходов в материалах.

Требования к результатам освоения дисциплины: процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО по данному направлению подготовки:

а) общекультурных (ОК):

- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7).

б) общепрофессиональных (ОПК):

- способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности (ОПК-3);
- знанием норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6).

в) профессиональных (ПК):

научно-исследовательская деятельность

- способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам (ПК-1);
- владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2);
- владением системой фундаментальных химических понятий (ПК-3);
- способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов (ПК-4);
- владением навыками представления полученных результатов в виде кратких отчетов и презентаций (ПК-6);

производственно-технологическая деятельность

- способностью использовать основные закономерности химической науки и фундаментальные химические понятия при решении конкретных производственных задач (ПК-8).

организационно-управленческая деятельность:

- способностью принимать решения в стандартных ситуациях, брать на себя ответственность за результат выполнения заданий (ПК-12).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

Знать:

- основные принципы современных методов исследований фазовых переходов;
- методы, которые применяются на практике при исследованиях фазовых переходов в материалах;

Уметь:

- определять тип диаграммы фазового состояния;
- установить состав и соотношение фаз в заданной точке фазовой диаграммы;
- выбирать метод исследования фазового состояния в заданных условиях

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
Содержательный модуль 1 «Методы исследования фазовых равновесий»	
Тема 1. Термодинамика фазовых равновесий	Функции состояния и термодинамические потенциалы. Термодинамика фазовых преобразований. Физико-химический анализ в исследованиях фазовых преобразований. Правило фаз Гиббса. Основы термодинамики растворов.
Тема 2. Фазовые равновесия в одно-, двух- и многокомпонентных системах	Равновесие в однокомпонентных системах. Монотропные и энантиотропные превращения. Равновесие в двухкомпонентных системах. Равновесие в трехкомпонентных системах. Треугольник Гиббса-Розебома. Сечения объемных диаграмм трехкомпонентных систем. Методы изображения многокомпонентных систем.
Тема 3. Методы исследований фазовых равновесий.	Классификация методов исследований фазовых равновесий. Термический и гравиметрический анализ. Дифференциальный термический и гравиметрический анализ. Исследования зависимостей "состав-свойство". Спектральные методы исследования фазовых равновесий. Рентгеновская дифрактометрия. Дебаеграммы и лауэграммы.

Тематический план

Содержательный модуль 1												
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1. Термодинамика фазовых равновесий	24	6			18							
Тема 2. Фазовые равновесия в одно-, двух- и многокомпонентных системах	24	12			12							
Тема 3. Методы исследования фазовых равновесий.	24	18			6							
Итого по содержательному модулю 1	72	36			36							

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Темы лекционных занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1.	Физико-химический анализ в исследованиях фазовых преобразований. Принципы непрерывности и соответствия. Правило фаз Гиббса.	2
2.	Функции состояния и термодинамические потенциалы. Химический потенциал. Термодинамика фазовых преобразований. Фазовые переходы I и II рода.	2
3.	Основы термодинамики растворов. Термодинамическое описание процессов выпаривания и кристаллизации.	4
4.	Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. I и II закон Коновалова. Правило рычага. Монотропные и энантиотропные превращения.	2
5.	Равновесие в двухкомпонентных системах. Двухкомпонентные системы без образования соединений. Уравнения Шредера и Ван-Лаара. Характеристика фазовых диаграмм I, II и III типа. Эвтектические и перитектические точки.	2
6.	Двухкомпонентные системы с образованием устойчивых и неустойчивых соединений. Характеристика фазовых диаграмм IV и V типа. Дистектическая точка. Двухкомпонентные системы с расслоением. Характеристика фазовых диаграмм VI типа.	2
7.	Равновесие в трехкомпонентных системах. Треугольник Гиббса-Розебома. Сечения объемных диаграмм трехкомпонентных систем. Методы изображения многокомпонентных систем.	2
8.	Классификация методов исследований фазовых равновесий. Термический и гравиметрический анализ. Дифференциальный термический и гравиметрический анализ.	4
9.	Методы исследования плотности. Зависимость плотности от температуры и от состава.	2
10.	Исследования реологических свойств в фазовом анализе. Стационарные и нестационарные методы исследования вязкости. Зависимость вязкости от температуры и состава.	4
11.	Методы исследования поверхностного натяжения. Зависимость поверхностного натяжения от температуры и от состава системы.	2
12.	Методы исследования электропроводности жидких систем. Зависимость электропроводности от температуры и от состава системы. Импедансная спектроскопия	4
13.	Методы установления состава фаз. Рентгеновская дифрактометрия. Дебаеграммы и лауэграммы.	4
ВСЕГО		36

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Организация самостоятельной работы студентов

№ п/п	Название темы	Количество часов
1.	Термодинамика фазовых равновесий	18
2.	Фазовые равновесия в одно-, двух- и многокомпонентных системах	12
3.	Методы исследования фазовых равновесий.	6
	ВСЕГО	36

7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Индивидуальная работа

Цель

Творческая проблемно-ориентированная индивидуальная работа по дисциплине «Методы исследования фазовых равновесий» направлена на развитие интеллектуальных умений, общекультурных и профессиональных компетенций, развитие творческого мышления у студентов и представляет собой реферат по дисциплине. Включает в себя следующие виды работ по основным проблемам курса:

- поиск, анализ, структурирование информации по заданной теме;
- анализ научных публикаций и (или) учебных изданий по определенной преподавателем теме;
- оформление отчета в виде презентации в PowerPoint и короткого реферата, объемом 3-4 страницы.

Задания:

№ п/п	Название темы
1.	Понятие об активности. Методы определения активности.
2.	Термодинамика регулярных растворов.
3.	Термодинамика атермальных растворов.
4.	Термодинамика ионных растворов.
5.	Методы изображения многокомпонентных систем.
6.	Теории строения жидкостей: теория свободного объема.
7.	Теории строения жидкостей: активационная модель жидкости.
8.	Теории строения жидкостей: квазикристаллическая модель жидкости.
9.	Теории проводимости. Ионная и электронная проводимость.
10.	Методы измерения плотности и поверхностного натяжения.
11.	Методы моделирования кривых ликвидуса и солидуса на фазовых диаграммах
12.	Методы изображения многокомпонентных систем.
13.	Теории проводимости. Ионная и электронная проводимость.
14.	Правило фаз Гиббса и его применение при анализе фазовых диаграмм.
15.	Криоскопия и эбулиоскопия
16.	Оптическая микроскопия
17.	Электронная микроскопия

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

11. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации

1. Методы исследования фазовых равновесий. Общая характеристика и классификация.
2. Капиллярный метод исследования вязкости.
3. Метод падающего тела в исследованиях вязкости.
4. Методы стационарных колебаний в исследованиях вязкости.
5. Ротационный метод исследования вязкости.
6. Осцилляционные и вибрационные методы исследования вязкости.
7. Температурная зависимость вязкости. Вязкость в системах с эвтектикой, с образованием соединения, с расслоением, с обменным взаимодействием.
8. Методы определения плотности твердых тел, жидкостей и газов.
9. Зависимость плотности от температуры и от состава системы.
10. Статические методы исследования поверхностного натяжения.
11. Динамические методы исследования поверхностного натяжения.
12. Зависимость поверхностного натяжения от температуры и от состава системы.
13. Методы исследования электропроводности жидких систем.
14. Зависимость электропроводности от температуры и от состава системы.
15. Обычный и дифференциальный термический и гравиметрический анализ.
16. Построение фазовых диаграмм по данным термического и гравиметрического анализа.
17. Правило фаз Гиббса. Применение правила при анализе диаграмм состояния.
18. Термодинамика фазовых превращений. Фазовые переходы I и II рода. Термодинамическое описание процессов испарения, кипения и кристаллизации.
19. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Моно- и энантиотропные системы.
20. Методы изображения многокомпонентных систем.
21. Физико-химический анализ в исследованиях фазовых превращений. Принципы непрерывности и соответствия. Сингулярные точки.
22. Равновесие в трехкомпонентных системах. Треугольник Гиббса-Розебома. Сечения объемных диаграмм трехкомпонентных систем.
23. Характеристика фазовых диаграмм I типа. Эвтектические точки. Уравнения Шредера.
24. Характеристика фазовых диаграмм II типа. Уравнение Ван-Лаара.
25. Характеристика фазовых диаграмм III типа. Перитектические точки.
26. Характеристика фазовых диаграмм IV типа. Геометрический образ дальтонилов и бертоллидов.
27. Характеристика фазовых диаграмм V типа. Дистектическая точка.
28. Двухкомпонентные системы с расслоением. Характеристика фазовых диаграмм VI типа.

9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Химический факультет

Направление подготовки:	04.03.01 Химия
Программа подготовки:	бакалавриат
Семестр	6
Учебная дисциплина	Методы исследования фазовых равновесий

**МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА
ВАРИАНТ №1**

1. Методика построения фазовых диаграмм по данным термического и гравиметрического анализа.
2. Характеристика фазовых диаграмм III типа. Перитектические точки.

Утверждено на заседании кафедры физической химии,
протокол № ____ от « ____ » _____ 20 ____ г.

Заведующий кафедрой
Преподаватель

В.М. Михальчук
А.В. Белый

Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
1	5
2	5
<i>Всего</i>	10

10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Не предусмотрен учебным планом

11. ОБРАЗЕЦ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ

A01: Система, находящаяся длительное время в термодинамически неустойчивом состоянии называется...

1. моновариантной;
2. двухкомпонентной;
3. однокомпонентной;
4. метастабильной;
5. инвариантной.

A02: Примером монотропного превращения служит:

1. переход α -бензофенона в β -бензофенон;
2. переход белого фосфора в красный;
3. переход воды твердой в газообразную.
4. переход серы ромбической в серу моноклинную;

A03: Каким соотношением связан скачок молярной энтропии с молярной теплотой фазового перехода?

$$\begin{aligned} 1. \tilde{S}_2 - \tilde{S}_1 &= \Delta H_{\text{ф.п.}}; & 2. \tilde{S}_2 - \tilde{S}_1 &= \frac{\Delta H_{\text{ф.п.}}}{P}; \\ 3. \tilde{S}_2 - \tilde{S}_1 &= \frac{\Delta H_{\text{ф.п.}}}{T}; & 4. \tilde{S}_2 - \tilde{S}_1 &= \frac{\Delta H_{\text{ф.п.}}}{\Delta V}. \end{aligned}$$

A04: Какие явления или процессы связаны с фазовыми переходами первого рода?

1. кипение;
2. плавление;
3. сверхтекучесть.
4. сублимация;

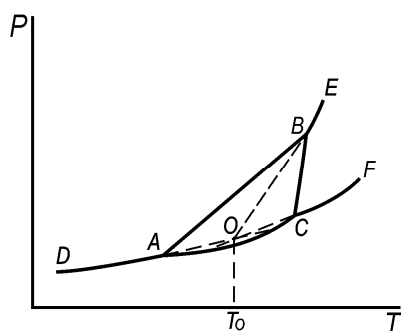
A05: В соответствии с правилом фаз Гиббса число степеней свободы с увеличением числа компонентов:

1. увеличивается;
2. уменьшается;
3. не изменяется.

A06: В соответствии с правилом Оствальда в случае возможности ряда фазовых переходов от менее устойчивого состояния ко все более устойчивым обычно образуется:

1. ближайшая более устойчивая модификация;
2. самая устойчивая модификация.

В01: Сплошные линии DA , AC , CF , AB , BE соответствуют устойчивым двухфазным равновесиям:



Линия	Равновесие
1. CF ;	a) $S_M—S_\Gamma$;
2. BE ;	b) $S_p—S_\Gamma$;
3. DA ;	c) $S_\text{ж}—S_\Gamma$;
4. AC ;	d) $S_p—S_\text{ж}$;
5. AB .	e) $S_p—S_M$.

В02: Температура кристаллизации воды с ростом давления уменьшается | потому, что | плотность воды при 273,15 К меньше плотности льда.

В03: При монотропных фазовых переходах, точка (температура) пересечения линий давления насыщенного пара для двух полиморфных кристаллических модификаций расположена....., относительно температуры их плавления.

В04: Неустойчивыми химическим соединениями, которые разлагаются при более низких температурах, чем их температура плавления, являются соединения плавящиеся.....(как?)

В05. Метод капиллярного истечения относится к стационарным | потому, что | вязкость определяется по времени истечения жидкости заданного объёма

12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

*Распределение баллов, которые могут получить студенты
в процессе изучения дисциплины*

Организационно-учебная работа студента	СРС			Всего
	Индивидуальная работа	Модульный контроль	Индивидуальная творческая работа	
Max 50 баллов	max 15 баллов	max 10 баллов	max 25 баллов	100 баллов

Шкала соответствия баллов национальной шкале

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные занятия проводятся в аудитории на группу, оборудованной меловой или интерактивной доской, мультимедийным проектором и экраном.

Дополнительное обеспечение: Wi-Fi доступ в корпусах университета, текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета.

14. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<i>Основная литература</i>			
1.	Термодинамическое, фазовое и химическое равновесие: учебное пособие для студентов химических специальностей высших учебных заведений. Изд. 3-е, испр. и доп. / В. М. Михальчук. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2016. – 235 с.	29	+
2.	Цыро, Л. В. Физическая химия: химическое равновесие [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Л. В. Цыро, С. Я. Александрова ; Национальный исследовательский Томский государственный университет. - Томск : Томский государственный университет, 2012. - Электронные данные (1 файл).	Электронный ресурс	+
<i>Дополнительная литература</i>			
3.	Аносов В.Я., Озерова М.И., Фиалков Ю.Я. Основы физико-химического анализа. – М.: Наука, 1976. – 504 с.	10	-
4.	Курс физической химии. Том 1. / под ред Я. И. Герасимова. – М.: Химия, 1970, 592 с.	24	-

15. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. «Методы исследования фазовых равновесий» на web-платформе для оценки и контроля знаний ClassMarker [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.classmarker.com/a/>. – Название с экрана.
2. Онлайн-группа дистанционного обучения по дисциплине «Методы исследования фазовых равновесий» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vk.com/club193328938>. – Название с экрана.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ____ от «____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой
физической химии

_____ В.М. Михальчук