

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ.Н.С.КУРНАКОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИОНХ РАН)

Рабочая программа дисциплины

ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ

Направление подготовки
04.06.01 – ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Направленность (профиль) программы
Физическая химия

Квалификация (степень)
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Нормативный срок обучения – 4 года
Форма обучения – очная

Москва
2018 г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью учебного курса «Фазовые равновесия» - расширение и углубление знаний аспирантов о теории фазовых переходах, а также подготовить их к чтению и использованию сложных диаграмм состояния многокомпонентных систем. Этот курс предназначен аспирантам, специализирующимся в области физической химии и материаловедения.

Основными задачами изучения учебного курса является формирование у аспирантов углубленных знаний по физической химии, физико-химическому анализу, в которых рассматриваются методы исследования гетерогенных равновесий в многокомпонентных неорганических системах и способы построения фазовых диаграмм. Без понимания и освоения этого материала невозможна подготовка высококвалифицированных специалистов и преподавателей высших учебных заведений.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Настоящая дисциплина «Фазовые равновесия» - модуль основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 04.06.01 – Химические науки по специальности 02.00.04 – Физическая химия.

Обучающийся по данной дисциплине должен иметь фундаментальные представления по физической химии. Для изучения данной дисциплины необходимо высшее образование с освоением курса физическая химия для химических специальностей.

В курсе излагаются разделы физико-химического анализа, в которых применяются методы исследования гетерогенных равновесий и способы построения p - T -х фазовых диаграмм состояния соответствующих систем.

Основной целью изучения дисциплины является углубленное ознакомление аспирантов с основополагающими принципами термодинамической теории гетерогенных равновесий и геометрической термодинамики.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции:

Универсальные компетенции:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3).

Общепрофессиональные компетенции:

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

- готовность организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук (ОПК-2);

- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-3).

Профессиональные компетенции:

- способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 02.00.04 Физическая химия (ПК-1);

- владение методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения в образовательных организациях высшего образования (ПК-2).

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

Дисциплина изучается на втором году аспирантуры. Дисциплина состоит из 5 разделов.

4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Наименование дисциплины	Объем учебной работы (в часах)						Вид итогового контроля	
		Всего	Всего аудит.	Из аудиторных					Сам. работа
				Лекц.	Лаб.	Прак.	КСР.		
1.	Фазовые равновесия	144	56	16	40	-	-	88	кандидатский экзамен по специальности

4.2 Содержание дисциплины

4.2.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел Дисциплины	Виды учебной работы, и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа
		Лек.	Лаб.	Пр.	КСР	
1.	Аналитическое и геометрическое описание фазовых равновесий. Уравнение Гиббса. Методы физико-химического анализа.	4	8	-	-	16

2.	Диаграммы состояния однокомпонентных и двухкомпонентных систем. Изобарические фазовые процессы.	3	8	-	-	18
3.	Общие закономерности построения фазовых диаграмм многокомпонентных систем. Трехкомпонентные системы.	3	8	-	-	18
4.	Четырехкомпонентные системы. Термодинамика систем, находящихся под действием высокого давления.	3	8	-	-	18
5.	Методы исследования фазовых равновесий. Транспортные реакции.	3	8	-	-	18

4.2.2 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
1.	Аналитическое и геометрическое описание фазовых равновесий. Уравнение Гиббса. Методы физико-химического анализа.	Уравнение состояния фазы. Условия равновесия фаз. Правило фаз. Термодинамическая вариантность. Фазовые реакции. Полная вариантность системы. Законы Коновалова и Вревского. Двухфазные и трехфазные равновесия. Статическая и динамическая тензиметрия. Динамические методы определения состава пара. Пирометр Курнакова. Микроструктурный анализ. Метод ЭДС. Рентгенофазовый анализ.	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта
2.	Диаграммы состояния однокомпонентных и двухкомпонентных систем. Изобарические фазовые процессы.	p - T и объемная p - V - T диаграммы состояния однокомпонентных систем. Фазовые процессы в однокомпонентных системах. Изобарические процессы при давлениях отличных от давления в тройной точке. Изотермические фазовые процессы. p - T - x диаграммы различных бинарных систем, p - T , T - x , p - x проекции и сечения полной p - T - x фазовой диаграммы бинарной системы.	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта
3.	Общие закономерности построения фазовых диаграмм многокомпонентных систем. Трехкомпонентные	Физико-химический анализ в исследовании простых и сложных систем. Принцип соответствия. Принцип непрерывности. Политермические разрезы тройных систем с эвтектикой и одним конгруэнтно плавящимся соединением. Объемные T - x - y - z , p - x - y - z трехкомпонентных систем.	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта

	системы.	Твердые растворы в тройных системах. Расслаивание в тройных системах. Диаграммы растворимости двух солей с общим ионом.	
4.	Четырехкомпонентные системы. Термодинамика систем, находящихся под действием высокого давления.	Тетраэдрическая диаграмма состояния. Прямоугольная фазовая диаграмма. Диаграммы Енеке и Левенгерца. Уравнение состояния. Летучесть. Критические явления и закон соответственных отношений. Влияние давления на растворимость. Смеси газов под высоким давлением. Различные переходы в конденсированных фазах под высоким давлением.	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта
5.	Методы исследования фазовых равновесий. Транспортные реакции.	Термический анализ. Дифференциально-сканирующая калориметрия. Рентгенофазовый анализ. Термогравиметрия. Тензиметрия. Построение объемных фазовых диаграмм двух- и трехкомпонентных систем, их проекций и сечений по тензиметрическим данным. Физико-химические основы транспортных реакций. Очистка веществ. Метод Ван-Аркеля.	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта

5. Образовательные технологии

Основными образовательными технологиями, используемыми при реализации учебной работы, являются лекции, семинары ведущих отечественных и зарубежных ученых и консультации с преподавателями; проведение лабораторных работ в лаборатории, участие обучаемых в научной работе и выполнение исследовательских проектов.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа аспирантов предполагает проработку лекционного материала в читальном зале библиотеки, в лабораториях, с доступом к лабораторному оборудованию, приборам, базам данных, к ресурсам Интернет. Кроме того, аспирантам предлагается конспектирование и проработка материала научных докладов на заседаниях Ученого Совета ИОНХ РАН, его секций, диссертационных советов по специальности, участие в работе научных конференций и школ, работу в библиотеке и на сайтах электронных изданий.

Форма контроля знаний – кандидатский экзамен в конце курса, включающий теоретические вопросы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины аспиранты используют основную и дополнительную литературу, рекомендованную преподавателем. Кроме того, преподаватель может рекомендовать аспиранту ознакомиться с дополнительными материалами методического характера.

Название электронного или печатного ресурса (основная или дополнительная)	Тип	Кол-во экз.
Основная литература :		
Третьяков Ю.Д., Кнотько А.В. Химия твердого тела. Уч.пособие-М.;ACADEMIA,2006-302с.	печ.	1
Древинг В.П., Калашников Я.А. Правило фаз. М., МГУ. 1964.	печ.	4
Ф. Крёгер. Химия несовершенных кристаллов. М.: Мир. 1969.	печ.	3
Ф.А. Скрейнемакерс Нонвариантные, моновариантные и дивариантные равновесия. М.: ИЛ. 1948.	печ.	3
Зломанов В.П. Р-Т-Х диаграммы двухкомпонентных систем. М.: МГУ. 1980.	печ.	2
Фазовые равновесия, синтез, структура фаз в системах сульфидов 3d-, 4f-элементов/ Андреев О.В. и др., 2014	печ.	1
Неудачина Л.К. Физико-химические основы применения координационных соединений, 2014	печ.	1
Теоретическая и экспериментальная химия жидкофазных систем, VII, 2012	печ.	1
Дополнительная литература:		
Новоселова А.В. Методы исследования гетерогенных равновесий.М.: Высшая школа. 1980.	печ.	1
Третьяков Ю.Д. Химия и технология твердофазных материалов.-М.;Изд-во МГУ,1985	печ.	1
Аносов В.Я., Погодин С.А. Основные начала физико-химического анализа. М.: Л., Изд-во АН СССР. 1947.	печ.	11
Левинский Ю.В. Диаграммы состояния металлов с газами. М.: Metallurgia. 1975.	печ.	1
Бокий Г.Б. Кристаллохимия. М., 1971.	печ.	4
Драго А. Физические методы в химии. М.: Мир. 1981. тт.1-2.	печ.	3
Нестехиометрические соединения (под ред. Л.Манделькорна). М., 1971.	печ.	1
Физические методы исследования неорганических веществ.(под ред. А.Б. Никольского) М.: Изд-во Академия. 2006.	печ.	1
Курс физической химии. тт.1-2 (под ред. Я.И. Герасимова) М., Госхимиздат, 1963.	печ.	1
Термодинамические свойства и фазовые равновесия водных растворов электролитов / Дворянчиков В.И. ; Рос. акад. наук, Дагест. науч. центр РАН, Ин-т проблем геотермии. — Махачкала, 2016	печ.	1
Поверхностно-усиленная рамановская спектроскопия (SERS): аналитические, биофизические и биомедицинские приложения / Шлюкер С. (ред. ориг. изд.) ; Лушникова А.А. (пер. с англ. и ред.) М.: Техносфера, 2017;	печ.	1
Майер Вероника Р. Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография / Майер В.Р.; Петухов Иван Алексеевич [и др.] (пер.). — Изд. 5-е. — М.: Техносфера, 2017.	печ.	1
Естественные и технические науки (ВАК), RUS, 2016 (10, 11). Журнал	печ.	1
Конденсированные среды и межфазные границы (ВАК) RUS, 2016, 18 (4) Журнал	печ.	1
Конденсированные среды и межфазные границы (ВАК), 2016, 18 (3); Журнал	печ.	1
Гак Е.З. Магнитные поля и водные электролиты — в природе, научных	печ.	1

исследованиях, технологиях / Гак Е.З. — СПб.: Элмор, 2013		
Современные проблемы физической химии наноматериалов / акад. А.Ю.Цивадзе, 2008	печ.	1
Сандомирский С.Г. Расчет и анализ размагничивающего фактора ферромагнитных тел, 2015	печ.	1
Порошина И.А. Развитие методов структурной рефрактометрии и кристаллооптики для дисперсных минералов и неорганических соединений, 2014	печ.	1

Интернет-ресурсы:

Институт имеет доступ к информационным ресурсам E-library, Web of Science, Scopus, Springer.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В ИОНХ РАН имеется необходимая материально-техническая база для проведения лекций и лабораторных занятий по дисциплине «Фазовые равновесия», а именно: учебные аудитории, конференц-залы, презентационное оборудование и т.п. Компьютеры, объединенные в локальную сеть с выходом в Интернет и подключенные к международным и российским научным базам данных и электронной библиотеке с основными международными научными журналами.

Лаборатории оснащены современными приборами для синтеза неорганических соединений и материалов: стеклянная и пластиковая химическая посуда отечественного и иностранного производства, спектральное и лабораторное оборудование для рутинных измерений, реакционные установки, вакуумные системы, лабораторные печи, хроматографы.

Программа составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ;
2. Приказ Минобрнауки России от 30 июля 2014 г. № 869 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 – Химические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации)»;
3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 19.11.2013 №1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)».

Автор(ы):

 д.х.н., проф. А.С. Алиханян