

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

**Рабочая программа дисциплины**  
**ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

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 «Физическая химия» является расширение и углубление знаний аспирантами классической и статистической термодинамики, необходимых для решения современных химических задач, связанных с синтезом новых функциональных материалов и развитием современных химических технологий.

Основными задачами изучения учебного курса является формирование у аспирантов углубленных знаний по главным разделам химической термодинамики, такими как основные законы и математический аппарат термодинамики, статистическая термодинамика, фазовые и химические равновесия, термодинамика дисперсных систем, кристаллы и необратимые процессы.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Настоящая дисциплина «Физическая химия» - 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 рассматриваются основные понятия и принципы химической термодинамики, обсуждаются общие закономерности протекания химических реакций, построения фазовых диаграмм и возможность предсказания химических явлений с точки зрения законов 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 обучения в аспирантуре. 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	Физическая химия	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.	Нулевой, первый, второй и третий законы термодинамики, равновесие.	4	8	-	-	16
2.	Элементы статистической термодинамики	3	8	-	-	18
3.	Применение изобарного потенциала к изучению равновесий в физико-химических системах	3	8	-	-	18
4.	Некоторые сведения о газах,	3	8	-	-	18

	жидкостях, растворах, кристаллах и дисперсных системах					
5.	О применении термодинамики к неравновесным системам	3	8	-	-	18

#### 4.2.2 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
1.	Нулевой, первый, второй и третий законы термодинамики, равновесие	Нулевой и первый законы термодинамик. Работа процесса. Основные законы термохимии. Теплоемкость твердых веществ по Эйнштейну и Дебаю. Различные формулировки второго закона термодинамики. Критерии равновесия и самопроизвольности процесса. Постулат Планка. Характеристические функции.	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта
2.	Элементы статистической термодинамики	Энтропия и неупорядоченность состояния системы. Микросостояния и ансамбли Гиббса. Теорема Лиувилля. Расчет микросостояний по Больцману. Определение молекулярной суммы по состояниям и их связь с термодинамическими функциями и константой равновесия. Приближенные значения суммы по состояниям идеального газа. Некоторые методы определения энергетических уровней и других характеристик молекул.	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта
3.	Применение изобарного потенциала к изучению равновесий в физико-химических системах	Фазовые равновесия первого рода. Термодинамические характеристики химической реакции. Стандартное изменение изобарного потенциала при реакциях. Химическое равновесие, закон действующих масс, химические потенциалы и их применение к изучению химических равновесий. Гетерогенные химические равновесия, равновесия в реальных системах. Летучесть и активность. Фазовые равновесия при высоких давлениях.	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта
4.	Некоторые сведения о газах, жидкостях, растворах, кристаллах и дисперсных систем.	Термодинамические функции и уравнения состояния газов. Идеальный и реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Коррелятивные функции распределения и термодинамические свойства газов и жидкостей. Метод ячеек и решеточные теории жидкостей. Парциальные величины	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта

		и уравнение Гиббса-Дюгема. Идеальные и реальные жидкие растворы. Классификация растворов. Сумма по состояниям и термодинамические свойства идеальных кристаллов. Дефекты решетки и тепловое равновесие в кристаллах простых веществ. Дефекты в кристаллах химических соединений и проблема нестехиометричности. Метод избытков при определении экстенсивных величин. Зависимость термодинамических величин от дисперсности частиц. Работа образования новой фазы, возникновение и рост фазы.	
5.	О применении термодинамики к неравновесным системам	Основные понятия и определения. Скорость возникновения энтропии при химических реакциях и теплопередаче. Неравновесные системы. Баланс энтропии для непрерывной системы. Соотношение Онзагера. Стационарные состояния в непрерывных системах. Теорема Глансдорфа-Пригожина. Термодиффузия. Электрокинетические эффекты.	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.
<b>Основная литература:</b> Ярославцев А.Б. Основы физической химии. Уч. пособие для хим. спец. унив. 2-е изд., -М.; «Научн.мир», 2000-230с.	печ.	1
Мелвин-Хьюз. Физическая химия. \тт.1 (под ред. Я.И. Герасимова) . Из-во ИЛ. М., 1963.	печ.	1
Карапетьянц М.Х. Химическая термодинамика. М., Химия. 1975.	печ.	5
Полторацк О.М. Лекции по химической термодинамике М., Высшая школа. М., 1971.	печ.	3
Еремин Е.Н. Основы химической термодинамики. М., Высшая школа. 1974.	печ.	3
Древинг В.П., Калашников Я.А. Правило фаз. М., МГУ. 1964.	печ.	4
Химическая термодинамика / Гамбург Ю.Д. — М.: Лаб. знаний, 2016	печ.	1
Карапетьянц М.Х. Химическая термодинамика, 2013	печ.	1
Неудачина Л.К. Физико-химические основы применения координационных соединений, 2014	печ.	1
Теоретическая и экспериментальная химия жидкофазных систем, VII, 2012	печ.	1
<b>Дополнительная литература:</b> Энрико Ферми. Термодинамика. Харьковский университет. 1973.	печ.	1
Драго А. Физические методы в химии. М.: Мир. 1981. тт.1-2.	печ.	3
Драго Р. Физические методы в неорганической химии. М., 1967.	печ.	4
Бокий Г.Б. Кристаллохимия. М., 1971.	печ.	4
Нестехиометрические соединения (под ред. Л.Манделькорна). М., 1971.	печ.	1
Джонсон Д. Термодинамические аспекты неорганической химии. И., Мир, 1985.	печ.	1
Полторацк О.М., Ковба Л.М. Физико-химические основы неорганической химии. М.: Изд-во МГУ 1984.	печ.	2
А. Вест. Химия твердого тела тт. 1-2. М., Изд-во Мир, 1988.		2
Еремин В.В., Кузьменко Н.В. Начала химии –М.; Экзамен, 2006-831с.:	печ.	1
А.Риз. Химия кристаллов с дефектами. М.: ИЛ. 1956.	печ.	2
Третьяков Ю.Д. Химия и технология твердофазных материалов. -М.; Изд-во МГУ, 1985	печ.	1
Киреев В.А. Методы практических расчетов в термодинамике химических реакций. М.: Изд-во «Химия». 1975.	печ.	6
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
Гак Е.З. Магнитные поля и водные электролиты — в природе, научных исследованиях, технологиях / Гак Е.З. — СПб.: Элмор, 2013	печ.	1
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 «Физическая химия», 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