

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

**Рабочая программа дисциплины**  
**ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА**

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**

Учебный курс «Химическая кинетика» ставит своей целью расширить и углубить знания аспирантов по этой дисциплине, которая преподается в ВУЗах РФ в виде отдельного предмета или раздела основополагающей дисциплины «Физическая химия».

Главными задачами этого курса является формирование у аспирантов научных знаний, необходимых для исследовательской работы в различных областях теоретической и экспериментальной химии.

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

Настоящая дисциплина «Химическая кинетика» - 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, главным образом, теоретические вопросы кинетики гомогенных химических реакций. Кинетика гетерогенных реакций рассматривается в контексте с вопросами гетерогенного катализа. Основное внимание в данном учебном курсе уделено наиболее полному и строгому выяснению физического смысла рассматриваемых явлений и закономерностей, на строгом изложении основных понятий, определений и выводов. Раздел математики в данном курсе не предусмотрен, так как предполагается, что аспиранты в достаточной мере владеют дифференциальным и интегральным исчислением, а также знакомы с основными общими понятиями квантовой механики.

## **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 3 зачетные единицы (108 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.	Химическая кинетика	108	43	13	30	-	-	65	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.	Основные понятия химической кинетики, формальная кинетика. Общие закономерности распада и образования молекул.	2	6	-	-	13
2.	Элементарные химические реакции. Применение	3	6	-	-	13

	молекулярно-кинетической теории к бимолекулярным реакциям. Теория активного комплекса.					
3.	Мономолекулярные и тримолекулярные реакции. Реакции в растворах.	2	6	-	-	13
4.	Цепные реакции. Фотохимические реакции. Понятия о реакциях в электрическом разряде и радиационной химии.	3	6	-	-	13
5.	Каталитические реакции. Теория активных центров в гетерогенном катализе.	3	6	-	-	13

#### 4.2.2 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Форма проведения занятий
1.	Основные понятия химической кинетики, формальная кинетика. Общие закономерности распада и образования молекул.	Механизм химических реакций. Гомогенные и гетерогенные реакции. Скорость реакции, константа скорости, порядок реакции и молекулярность. Энергия активации. Зависимость константы скорости от температуры. Необратимые и обратимые реакции различных порядков. Методы определения порядка реакции. Диссоциация молекул под действием света и электронного удара. Термическая диссоциация и диссоциация молекул на твердой поверхности. Свободные атомы и радикалы.	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта
2.	Элементарные химические реакции. Применение молекулярно-кинетической теории к бимолекулярным реакциям. Теория активного комплекса.	Основы молекулярно-кинетической теории. Закон Максвелла-Больцмана. Гипотеза активных столкновений. Теория активных столкновений и бимолекулярные реакции. Типы бимолекулярных реакций. Реакции с участием радикалов. Поверхность потенциальной энергии. Активный комплекс, его характеристики. Основное уравнение теории активного комплекса. Сравнение теории столкновения с теорией активного комплекса.	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта
3.	Мономолекулярные и тримолекулярные реакции. Реакции в растворах.	Мономолекулярные реакции в газовой фазе, экспериментальные данные, энергия активации мономолекулярных реакций. Теории Гиншельвуда, Касселя и Слетера. Мономолекулярные реакции в теории	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта

		активного комплекса. Тримолекулярные реакции в газовой фазе и теория столкновений. Тримолекулярные реакции в теории активного комплекса. О применимости теории столкновений и активного комплекса к реакциям в растворах. «Нормальные» и «медленные» реакции в растворах. Сопряженные реакции и их кинетика.	
4.	Цепные реакции. Фотохимические реакции. Понятия о реакциях в электрическом разряде и радиационной химии.	Основные понятия и примеры цепных реакций. Длина цепи и ветви. Кинетика неразветвленных цепных реакций. Разветвленные цепные реакции и их кинетика. Теория трех пределов самовозгорания. Основные законы фотохимии, квантовый выход. Основные типы фотохимических процессов. Химические реакции в тлеющем дуговом разрядах. Кинетика и механизм этих реакций. Понятия о радиационной химии. Первичные процессы. Радиолит воды. Кинетика радиолита растворов.	Лекции, лабораторные, самостоятельная работа аспиранта
5.	Каталитические реакции. Теория активных центров в гетерогенном катализе.	Общие сведения о катализе. Гомогенные каталитические реакции. Кислотно-основной катализ. Влияние ионной силы на скорость реакции. Гетерогенные каталитические реакции. Активационный процесс в гетерогенных реакциях, активационная адсорбция. Активные центры гетерогенных катализаторов. Модель активной поверхности. Мультиплетная теория катализа. Катализаторы на носителях. Теория активных ансамблей. Каталитические свойства переходных металлов.	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> Мелвин-Хьюз. Физическая химия. \тт.1 (под ред. Я.И. Герасимова) . Из-во ИЛ. М., 1963.	печ.	1
Курс физической химии. тт.1-2 (под ред. Я.И. Герасимова) М., Госхимиздат, 1963.	печ.	1
Панченков Г.М., Лебедев В.П. Химическая кинетика и катализ. Изд-во МГУ. 1961.	печ.	3
Эмануэль Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики.-М.: «Высшая школа»,1962	печ.	3
Еремин В.В., Кузьменко Н.В.Начала химии –М.:Экзамен,2006-831с.:	печ.	1
Третьяков Ю.Д., Кнотько А.В. Химия твердого тела. Уч.пособие-М.:ACADEMIA,2006-302с.	печ.	1
Гаркушин И.К. Физико-химическое взаимодействие в многокомпонентных системах из галогенидов, хроматов, молибдатов и вольфраматов лития и калия, 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
<b>Дополнительная литература:</b> Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. М.: Изд-во Высшая школа. 2000.	печ.	1
Драго А. Физические методы в химии. М.: Мир. 1981. тт.1-2.	печ.	3
Еремин Е.Н. Основы химической кинетики. М.: Высшая школа. 1977.	печ.	3
Ф. Даниэльс, Р. Альберти. Физическая химия. М.: Высшая школа. 1967.	печ.	4
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 «Химическая кинетика», 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