

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
Д.С. Гуц / Д.С. Гуц /
«10» марта 2023 г.

ПРОГРАММА
кандидатского экзамена по научной специальности
1.4.4 Физическая химия

Красноярск 2023

ПРОГРАММА-МИНИМУМ
кандидатского экзамена по специальности

1.4.4. «Физическая химия»

по химическим, техническим и физико-математическим наукам

Введение

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: учение о строении вещества, химическая термодинамика, теория поверхностных явлений, учение об электрохимических процессах, теория кинетики химических реакций и учение о катализе. Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации по химии (по неорганической химии) при участии Института физической химии РАН и Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова.

1. Строение вещества

1.1. Основы классической теории химического строения

Основные положения классической теории химического строения. Структурная формула и граф молекулы. Изомерия. Конформации молекул. Связь строения и свойств молекул.

1.2. Физические основы учения о строении молекул

Механическая модель молекулы. Потенциалы парных взаимодействий. Методы молекулярной механики и молекулярной динамики при анализе строения молекул. Общие принципы квантово-механического описания молекулярных систем. Стационарное уравнение Шредингера для свободной молекулы. Адиабатическое приближение. Электронное волновое уравнение. Потенциальные кривые и поверхности потенциальной энергии. Их общая структура и различные типы. Равновесные конфигурации молекул. Структурная изомерия. Оптические изомеры. Колебания молекул. Нормальные колебания, амплитуды и частоты колебаний, частоты основных колебательных переходов. Колебания с большой амплитудой. Вращение молекул. Различные типы молекулярных волчков. Вращательные уровни энергии. Электронное строение атомов и молекул. Одноэлектронное приближение. Атомные и молекулярные орбитали. Электронные конфигурации и термы атомов. Правило Хунда. Электронная плотность. Распределение электронной плотности в двухатомных молекулах. Корреляционные орбитальные диаграммы. Теорема Купманса. Пределы применимости одноэлектронного приближения. Интерпретация строения молекул на основе орбитальных моделей и исследования распределения электронной плотности. Локализованные молекулярные орбитали. Гибридизация. Электронная корреляция в атомах и молекулах. Ее проявления в свойствах молекул. Метод конфигурационного взаимодействия. Представления о зарядах на атомах и порядках связей. Различные методы выделения атомов в молекулах. Корреляции дескрипторов электронного строения и свойств молекул. Индексы реакционной способности. Теория граничных орбиталей.

1.3. Симметрия молекулярных систем

Точечные группы симметрии молекул. Понятие о представлениях групп и характерах представлений. Общие свойства симметрии волновых функций и потенциальных поверхностей молекул. Классификация квантовых состояний атомов и молекул по симметрии. Симметрия атомных и молекулярных орбиталей, s - и p -орбитали. p –Электронное приближение. Влияние симметрии равновесной конфигурации ядер на свойства молекул и их динамическое поведение. Орбитальные корреляционные диаграммы. Сохранение орбитальной симметрии при химических реакциях.

1.4. Электрические и магнитные свойства

Дипольный момент и поляризуемость молекул. Магнитный момент и магнитная восприимчивость. Эффекты Штарка и Зеемана. Магнитно-резонансные методы исследования строения молекул. Химический сдвиг. Оптические спектры молекул. Вероятности переходов и правила отбора при переходах между различными квантовыми состояниями молекул. Связь спектров молекул с их строением. Определение структурных характеристик молекул из спектроскопических данных.

1.5. Межмолекулярные взаимодействия

Основные составляющие межмолекулярных взаимодействий. Молекулярные комплексы. Ван-дер-ваальсовы молекулы. Кластеры атомов и молекул. Водородная связь. Супермолекулы и супрамолекулярная химия.

1.6. Основные результаты и закономерности в строении молекул

Строение молекул простых и координационных неорганических соединений. Полиядерные комплексные соединения. Строение основных типов органических и элементоорганических соединений. Соединения включения. Полимеры и биополимеры.

1.7. Строение конденсированных фаз

Структурная классификация конденсированных фаз. Идеальные кристаллы. Кристаллическая решетка и кристаллическая структура. Реальные кристаллы. Типы дефектов в реальных кристаллах. Кристаллы с неполной упорядоченностью. Доменные структуры. Симметрия кристаллов. Кристаллографические точечные группы симметрии, типы решеток, сингонии. Понятие о пространственных группах кристаллов. Индексы кристаллографических граней. Атомные, ионные, молекулярные и другие типы кристаллов. Цепочечные, каркасные и слоистые структуры. Строение твердых растворов. Упорядоченные твердые растворы. Аморфные вещества. Особенности строения полимерных фаз. Металлы и полупроводники. Зонная структура энергетического спектра кристаллов. Поверхность Ферми. Различные типы проводимости. Колебания в кристаллах. Фононы. Жидкости. Мгновенная и колебательно-усредненная структура жидкости. Ассоциаты и кластеры в жидкостях. Флуктуации и корреляционные функции. Структура простых жидкостей. Растворы неэлектролитов. Структура воды и водных растворов. Структура жидких электролитов. Мицеллообразование и строение мицелл. Мезофазы. Пластические кристаллы. Жидкие кристаллы (нематики, смектики, холестерики и др.).

1.8. Поверхность конденсированных фаз

Особенности строения поверхности кристаллов и жидкостей, структура границы раздела конденсированных фаз. Молекулы и кластеры на поверхности. Структура адсорбционных слоев.

2. Химическая термодинамика

2.1. Основные понятия и законы термодинамики

Основные понятия термодинамики: изолированные и открытые системы, равновесные и неравновесные системы, термодинамические переменные, температура, интенсивные и экстенсивные переменные. Уравнения состояния. Теорема о соответственных состояниях. Вириальные уравнения состояния. Первый закон термодинамики. Теплота, работа, внутренняя энергия, энтальпия, теплоемкость. Закон Гесса. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Формула Кирхгофа. Таблицы стандартных термодинамических величин и их использование в термодинамических расчетах. Второй закон термодинамики. Энтропия и ее изменения в обратимых и необратимых процессах. Теорема Карно – Клаузиуса. Различные шкалы температур. Фундаментальные уравнения Гиббса. Характеристические функции. Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца. Уравнения Максвелла. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов. Уравнение Гиббса – Гельмгольца. Работа и теплота химического процесса. Химические потенциалы. Химическое равновесие. Закон действующих масс. Различные виды констант равновесия и связь между ними. Изотерма Вант-Гоффа. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Расчеты констант равновесия химических реакций с использованием таблиц стандартных значений термодинамических функций. Приведенная энергия Гиббса и ее использование для расчетов химических равновесий. Равновесие в поле внешних сил. Полные потенциалы.

2.2. Элементы статистической термодинамики

Микро- и макросостояния химических систем. Фазовые G - и m -пространства. Эргодическая гипотеза. Термодинамическая вероятность и ее связь с энтропией. Распределение Максвелла – Больцмана. Статистические средние значения макроскопических величин. Ансамбли Гиббса. Микроканоническое и каноническое распределения. Расчет числа состояний в квазиклассическом приближении. Каноническая функция распределения Гиббса. Сумма по состояниям как

статистическая характеристическая функция. Статистические выражения для основных термодинамических функций. Молекулярная сумма по состояниям и сумма по состояниям макроскопической системы. Поступательная, вращательная, электронная и колебательная суммы по состояниям. Статистический расчет энтропии. Постулат Планка и абсолютная энтропия. Приближение «жесткий ротатор – гармонический осциллятор». Составляющие внутренней энергии, теплоемкости и энтропии, обусловленные поступательным, вращательным и колебательным движением. Расчет констант равновесия химических реакций в идеальных газах методом статистической термодинамики. Статистическая термодинамика реальных систем. Потенциалы межмолекулярного взаимодействия и конфигурационный интеграл для реального газа. Распределения Бозе – Эйнштейна и Ферми – Дирака. Вырожденный идеальный газ. Электроны в металлах. Уровень Ферми. Статистическая теория Эйнштейна идеального кристалла, теория Дебая. Точечные дефекты кристаллических решеток. Равновесные и неравновесные дефекты. Вычисление сумм по состояниям для кристаллов с различными точечными дефектами. Нестехиометрические соединения и их термодинамическое описание.

2.3. Элементы термодинамики необратимых процессов

Основные положения термодинамики неравновесных процессов. Локальное равновесие. Флуктуации. Функция диссипации. Потоки и силы. Скорость производства энтропии. Зависимость скорости производства энтропии от обобщенных потоков и сил. Соотношения взаимности Онсагера. Стационарное состояние системы и теорема Пригожина. Термодиффузия и ее описание в неравновесной термодинамике. Уравнение Чепмена – Энскога.

2.4. Растворы. Фазовые равновесия

Различные типы растворов. Способы выражения состава растворов. Идеальные растворы, общее условие идеальности растворов. Давление насыщенного пара жидких растворов, закон Рауля. Неидеальные растворы и их свойства. Метод активностей. Коэффициенты активности и их определение. Стандартные состояния при определении химических потенциалов компонент растворов. Симметричная и несимметричная системы отсчета. Коллигативные свойства растворов. Изменение температуры замерзания растворов, криоскопия. Зонная плавка. Осмотические явления. Парциальные молярные величины, их определение для бинарных систем. Уравнение Гиббса – Дюгема. Функция смешения для идеальных и неидеальных растворов. Предельно разбавленные растворы, атермальные и регулярные растворы, их свойства. Гетерогенные системы. Понятия компонента, фазы, степени свободы. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния воды, серы, фосфора и углерода. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Двухкомпонентные системы. Различные диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Равновесие жидкость – пар в двухкомпонентных системах. Законы Гиббса – Коновалова. Азеотропные смеси. Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста. Трехкомпонентные системы. Треугольник Гиббса. Диаграммы плавкости трехкомпонентных систем.

2.5. Адсорбция и поверхностные явления

Адсорбция. Адсорбент, адсорбат. Виды адсорбции. Структура поверхности и пористость адсорбента. Локализованная и делокализованная адсорбция. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция. Динамический характер адсорбционного равновесия. Изотермы и изобары адсорбции. Уравнение Генри. Константа адсорбционного равновесия. Уравнение Лэнгмюра. Адсорбция из растворов. Уравнение Брунауэра – Эммета – Теллера (БЭТ) для полимолекулярной адсорбции. Определение площади поверхности адсорбента. Хроматография, различные ее типы (газовая, жидкостная, противоточная и др.). Поверхность раздела фаз. Свободная поверхностная энергия, поверхностное натяжение, избыточные термодинамические функции поверхностного слоя. Изменение поверхностного натяжения на границе жидкость – пар в зависимости от температуры. Связь свободной поверхностной энергии с теплотой сублимации (правило Стефана), модулем упругости и другими свойствами вещества. Эффект Ребиндера: изменение прочности и пластичности твердых тел вследствие снижения их поверхностной энергии. Капиллярные явления. Зависимость давления пара от кривизны поверхности жидкости. Капиллярная конденсация. Зависимость растворимости от кривизны поверхности растворяющихся частиц (закон Гиббса – Оствальда – Фрейндлиха).

2.6. Электрохимические процессы

Растворы электролитов. Ион-дипольное взаимодействие как основной процесс, определяющий устойчивость растворов электролитов. Коэффициенты активности в растворах электролитов. Средняя активность и средний коэффициент активности, их связь с активностью отдельных ионов. Основные положения теории Дебая – Хюккеля. Потенциал ионной атмосферы. Условия электрохимического равновесия на границе раздела фаз и в электрохимической цепи. Термодинамика гальванического элемента. Электродвижущая сила, ее выражение через энергию Гиббса реакции в элементе. Уравнения Нернста и Гиббса – Гельмгольца для равновесной электрохимической цепи. Понятие электродного потенциала. Определение коэффициентов активности на основе измерений ЭДС гальванического элемента. Электропроводность растворов электролитов; удельная и эквивалентная электропроводность. Числа переноса, подвижность ионов и закон Кольрауша. Электрофоретический и релаксационные эффекты.

3. Кинетика химических реакций

3.1. Химическая кинетика

Основные понятия химической кинетики. Простые и сложные реакции, молекулярность и скорость простой реакции. Основной постулат химической кинетики. Способы определения скорости реакции. Кинетические кривые. Кинетические уравнения. Константа скорости и порядок реакции. Реакции переменного порядка. Феноменологическая кинетика сложных химических реакций. Принцип независимости элементарных стадий. Кинетические уравнения для обратимых, параллельных и последовательных реакций. Квазистационарное приближение. Метод Боденштейна – Темкина. Кинетика гомогенных каталитических и ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса – Ментен. Цепные реакции. Кинетика неразветвленных и разветвленных цепных реакций. Кинетические особенности разветвленных цепных реакций. Предельные явления в разветвленных цепных реакциях. Полуостров воспламенения, период индукции. Тепловой взрыв. Реакции в потоке. Реакции идеального вытеснения и идеального смешения. Колебательные реакции. Макрокинетика. Роль диффузии в кинетике гетерогенных реакций. Кинетика гетерогенных каталитических реакций. Различные режимы протекания реакций (кинетическая и внешняя кинетическая области, области внешней и внутренней диффузии). Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и способы ее определения. Элементарные акты химических реакций и физический смысл энергии активации. Термический и нетермические пути активации молекул. Обмен энергией (поступательной, вращательной и колебательной) при столкновениях молекул. Время релаксации в молекулярных системах. Теория активных столкновений. Сечение химических реакций. Формула Траутца – Льюиса. Расчет предэкспоненциального множителя по молекулярным постоянным. Стерический фактор.

Теория переходного состояния (активированного комплекса). Поверхность потенциальной энергии. Путь и координата реакции. Статистический расчет константы скорости. Энергия и энтропия активации. Использование молекулярных постоянных при расчете константы скорости. Различные типы химических реакций. Мономолекулярные реакции в газах, схема Линдемана – Христиансена. Теория РРКМ. Бимолекулярные и тримолекулярные реакции, зависимость предэкспоненциального множителя от температуры. Реакции в растворах, влияние растворителя и заряда реагирующих частиц. Клеточный эффект и сольватация. Фотохимические и радиационно-химические реакции. Элементарные фотохимические процессы. Эксимеры и эксиплексы. Изменение физических и химических свойств молекул при электронном возбуждении. Квантовый выход. Закон Эйнштейна – Штарка. Электрохимические реакции. Двойной электрический слой. Модельные представления о структуре двойного электрического слоя. Теория Гуи – Чапмена – Грэма. Электрокапиллярные явления, уравнение Липпмана. Скорость и стадии электродного процесса. Поляризация электродов. Полярография. Ток обмена и перенапряжение. Зависимость скорости стадии разряда от строения двойного слоя. Химические источники тока, их виды. Электрохимическая коррозия. Методы защиты от коррозии.

3.2. Катализ

Классификация каталитических реакций и катализаторов. Теория промежуточных соединений в катализе, принцип энергетического соответствия. Гомогенный катализ. Кислотно-

основной катализ. Кинетика и механизм реакций специфического кислотного катализа. Функции кислотности Гаммета. Кинетика и механизм реакций общего кислотного катализа. Уравнение Бренстеда. Корреляционные уравнения для энергий активации и теплот реакций. Специфический и общий основной катализ. Нуклеофильный и электрофильный катализ. Катализ металлокомплексными соединениями. Гомогенные реакции гидрирования, их кинетика и механизмы. Ферментативный катализ. Адсорбционные и каталитические центры ферментов. Активность и субстратная селективность ферментов. Коферменты. Механизмы ферментативного катализа. Гетерогенный катализ. Определение скорости гетерогенной каталитической реакции. Удельная и атомная активность. Селективность катализаторов. Роль адсорбции в кинетике гетерогенных каталитических реакций. Неоднородность поверхности катализаторов, нанесенные катализаторы. Энергия активации гетерогенных каталитических реакций. Современные теории функционирования гетерогенных катализаторов. Основные промышленные каталитические процессы.

Основная литература к разделу 1

1. Барановский, В. И. Квантовая механика и квантовая химия : учебное пособие / В. И. Барановский. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 428 с.
2. Бурмистрова, Н. А. Квантовая механика и квантовая химия : учебное пособие / Н. А. Бурмистрова. - Саратов : СГУ, 2020. - 68 с.
3. Н.Ф. Степанов, Квантовая механика и квантовая химия, М.:Мир, 2009 - 519с.
4. Г.Н. Шиврин. Прикладная квантовая химия. - Рязань: Голос губернии, 2009 . - 313 с
5. Вилков Л. В., Пентин Ю. А. Физические методы исследования в химии. — М.: Мир, 2006. — 683 с.

Дополнительная литература к разделу 1

1. Степанов, Николай Федорович. Квантовая механика и квантовая химия : учебник и практикум для академического бакалавриата по естественнонаучным направлениям и для студентов химических факультетов университетов / Н. Ф. Степанов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2017 - . - (Бакалавр. Академический курс). - Ч. 2. - 2017. - 283 с.
2. Степанов, Николай Федорович. Квантовая механика и квантовая химия : учебник и практикум для академического бакалавриата по естественнонаучным направлениям и для студентов химических факультетов университетов / Н. Ф. Степанов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2017 - . - (Бакалавр. Академический курс). - Ч. 1. - 2017. - 233 с.
3. Д. Шрайвер, П. Эткинс. Неорганическая химия. Т. 1. М.: Мир, 2004- 679 с.
4. Д. Шрайвер, П. Эткинс. Неорганическая химия. Т. 2. М.: Мир, 2004 - 486 с.
5. В.И. Минкин, Б.Я. Симкин, Р.М. Миняев, Теория строения молекул, Изд-во «Высшая школа», Москва, 1997, 407с.
6. Р.Л. Фларри, Квантовая химия, Изд-во «Высшая школа», Москва, 1985, 434с.
7. T. Helgaker, P. Jørgensen, J. Olsen, Molecular Electronic-Structure Theory, J. Wiley and Sons, Inc., New York, 2000, 908p.
8. N. Rösch, A.V. Matveev, V.A. Nasluzov, K.M. Neyman, L. Moskaleva, S. Krüger, Relativistic Quantum chemistry with the Douglas-Kroll-Hess approach to relativistic density functional theory. In: Relativistic electronic structure theory, Part 2, Ed. P. Schwerdtfeger, Theoretical and Computational Chemistry, Vol. 14, Elsevier, Amsterdam, 2004, pp.656-722.
9. A. Rauk, Orbital Interaction Theory of Organic Chemistry, J. Wiley and Sons, Inc., New York, 2001, 324p.
10. F. Jensen, Introduction to Computational Chemistry, J. Wiley and Sons, Inc., New York, 2001. 429p.
11. D.W. Rogers, Computational Chemistry Using the PC, J. Wiley and Sons, Inc., New York, 2003, 349p.
12. D.C. Young, Computational Chemistry. J. Wiley and Sons, Inc., New York, 2001, 370 p.
13. A. Szabo and N.S. Ostlund, Modern Quantum Chemistry, Dover Publications, Inc., New York, 1996, 466p.

Основная литература к разделу 2

1. Зарубин, Дмитрий Павлович. Физическая химия: учебное пособие / Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022. - 474 с.
2. Свиридов, В. В. Физическая химия / Свиридов В. В., Свиридов А. В. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 600 с.
3. Попова, А. А. Физическая химия: учебное пособие / А. А. Попова, Т. Б. Попова. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 496 с.
4. Буданов, В. В. Химическая термодинамика : учебное пособие / В. В. Буданов, А. И. Максимов. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 320 с.
5. Пригожин, Илья Романович. Химическая термодинамика : монография / И. Р. Пригожин, Р. Дефэй ; пер. с англ., ред. В. А. Михайлов. - 2-е изд. - Москва : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2009. - 533 с.
6. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур. Пер. с англ. — М.: Мир, 2002. - 461 с.
7. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности: Учебник-монография. - Долгопрудный: Издательский дом "Интеллект", - 2008. - 568 с.
8. Структурная самоорганизация в растворах и на границе раздела фаз / Отв. Ред. А.Ю. Цивадзе. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 544 с.

Дополнительная литература к разделу 2

1. Дуров В. А., Агеев Е. П. Термодинамическая теория растворов. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 248 с.
2. Полтораки О. М. Термодинамика в физической химии. М.: Высш. шк., 1991.
3. Агеев Е. П. Неравновесная термодинамика в вопросах и ответах. М.: Изд-во МГУ, 1999.
4. Дамаскин Б.Б. Электрохимия / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина. – М.: Химия, 2001.- 624 с.
5. Дуров В. А., Агеев Е. П. Термодинамическая теория растворов неэлектролитов. М.: Изд-во МГУ, 1987.
6. , А.Г. Термодинамические расчеты в металлургии / А.Г. Морачевский, И.Б. Сладков. – М.: Металлургия, 1985. – 137 с.
7. Смирнова, Н.А. Методы статистической термодинамики в физической химии / Н.А. Смирнова. – М.: Высш. школа, 1982. – 455 с.
8. Эткинс, П. Физическая химия. Ч. 1. Равновесная термодинамика / П. Эткинс, Дж. де Паула. – М.: Мир, 2007. – 496 с.

Основная литература к разделу 3

1. Буданов, В. В. Химическая кинетика: учебное пособие / В. В. Буданов, Т. Н. Ломова, В. В. Рыбкин. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 288 с.
2. Черепанов, Владимир Александрович. Химическая кинетика: учебное пособие для вузов / В. А. Черепанов, Т. В. Аксёнова ; Урал. федер. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Москва : Юрайт, 2020. - 130 с.
3. Батыршин, Н. Н. Химическая кинетика. Решение обратных задач : учебное пособие / Батыршин Н. Н., Харлампиди Х. Э., Нуруллина Н. М. - 2-е изд., испр и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 176 с.
4. Аветисов, А. К. Прикладной катализ : учебник / А. К. Аветисов, Л. Г. Брук. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 200 с.
5. Кнотько А.В. Химия твердого тела / А.В. Кнотько, И.А. Пресняков, Ю.Д. Третьяков. – М.: Изд. центр “Академия”, 2006. – 304 с.

Дополнительная литература к разделу 3

1. Денисов Е. Т., Саркисов О. М., Лихтенштейн Г. И. Химическая кинетика. - М.: Химия, 2000. - 566 с.
2. Романовский Б.В. Основы химической кинетики / Б.В. Романовский. – М.: Экзамен, 2006. – 415 с.

3. Физическая химия в 2-х частях. Ч. 2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ / Под ред. Краснова К.С.- М.: Высш. школа.- 2001.- 319 с.
4. Панченков Г. М., Лебедев В. П. Химическая кинетика и катализ. М.: Химия, 1985
5. Пурмаль А.П. А, Б, В... химической кинетики / А.П. Пурмаль. – М.: ИКЦ “Академкнига”, 2004. – 277 с.
6. Дамаскин Б. Б., Петрий О. А. Введение в электрохимическую кинетику. М.: Высш. шк., 1983.
7. Эмануэль Н. М., Кнорре Д. Г. Курс химической кинетики. М.: Высш. шк., 1984.

Разработчик



профессор, д-р хим.наук.
Денисов В.М.

Паспорт научной специальности 1.4.4. «Физическая химия»

Область науки:

1. Естественные науки

Группа научных специальностей:

1.4. Химические науки

Наименование отрасли науки, по которой присуждаются ученые степени:

Химические

Технические

Физико-математические

Шифр научной специальности:

1.4.4. Физическая химия

Направления исследований:

1. Экспериментально-теоретическое определение энергетических и структурно-динамических параметров строения молекул и молекулярных соединений, а также их спектральных характеристик.
2. Экспериментальное определение термодинамических свойств веществ, расчет термодинамических функций простых и сложных систем, в том числе на основе методов статистической термодинамики, изучение термодинамических аспектов фазовых превращений и фазовых переходов.
3. Определение термодинамических характеристик процессов на поверхности, установление закономерностей адсорбции на границе раздела фаз и формирования активных центров на таких поверхностях.
4. Теория растворов, межмолекулярные и межчастичные взаимодействия. Компьютерное моделирование строения, свойств и спектральных характеристик молекул и их комплексов в простых и непростых жидкостях, а также ранних стадий процессов растворения и зародышеобразования.
5. Изучение физико-химических свойств изолированных молекул и молекулярных соединений при воздействии на них внешних электромагнитных полей, потока заряженных частиц, а также экстремально высоких/низких температурах и давлениях.
6. Химические превращения, потоки массы, энергии и энтропии пространственных и временных структур в неравновесных системах.
7. Макрокинетика, механизмы сложных химических процессов, физико-химическая гидродинамика, растворение и кристаллизация.
8. Динамика элементарного акта химических реакций. Механизмы реакции с участием активных частиц.
9. Связь реакционной способности реагентов с их строением и условиями протекания химической реакции.
10. Создание и разработка методов компьютерного моделирования строения и механизмов превращений химических соединений на основе представлений квантовой механики, различных топологических и статистических методов, включая методы машинного обучения, методов молекулярной механики и молекулярной динамики, а также подходов типа структура-свойства.
11. Получение методами квантовой химии и компьютерного моделирования данных об электронной структуре, поверхностях потенциальной и свободной энергии, реакционной способности и динамике превращений химических соединений, находящихся в различном окружении, в том числе в кластерах, клатратах, твердых и жидкокристаллических матрицах, в полостях конденсированных среды и белковом окружении.
12. Физико-химические основы процессов химической технологии и синтеза новых материалов.

Смежные специальности (в т.ч. в рамках группы научной специальности):

1.3.17. Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

1.4.3. Органическая химия

1.4.14. Кинетика и катализ