

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ПРИНЯТО

На заседании кафедры физической химии и
химической экологии химического факультета
Протокол от « 21 » ноября 2022 г. № 4

Зав. кафедрой  Мустафин А.Г.

Проректор по учебно-методической работе

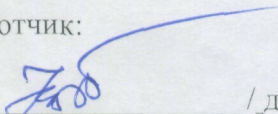
М.П.



**УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ**

**ПРОГРАММА
вступительного экзамена по научной специальности
1.4.4. Физическая химия**

Разработчик:



/д.х.н., проф., профессор кафедры физической химии и химической
экологии Зимин Ю.С.

Уфа – 2022

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ.

Программа вступительного испытания в аспирантуру по научной специальности **1.4.4. «Физическая химия»** составлена в соответствии с требованиями ФГТ.

Данная программа вступительных испытаний предназначена для определения практической и теоретической подготовленности выпускников-химиков к выполнению образовательной программы подготовки научных и научно-педагогических кадров и представляет собой перечень и краткое содержание тем, список рекомендованной литературы для сдачи вступительного экзамена.

Вступительные испытания проводятся в форме экзамена, целью которого является выявление способности и готовности абитуриента к обучению по образовательным программам аспирантуры. На экзамене для испытания знаний соискателя предлагаются 3 вопроса: по различным разделам (темам) по аналитической химии. Ожидается, что поступающий продемонстрирует знакомство с источниками и литературой по вопросам предстоящих научных исследований. Ответ оценивается по 100-бальной шкале.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры высокомолекулярных соединений и общей химической технологии химического факультета ВО «Уфимский университет науки и технологий» (протокол от «21» ноября 2022 г. № 6).

Область науки:

1. Естественные науки

Группа научных специальностей:

1.4. Химические науки

Наименование отрасли науки, по которой присуждаются ученые степени:

Химические науки

Технические науки

Физико-математические науки

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ АБИТУРИЕНТОВ НА ЭКЗАМЕНЕ.

Баллы	Критерии
0-39	Не усвоена большая часть изученного ранее материала, имеются лишь отдельные отрывочные представления, не прослеживаются межпредметные связи. Не проявлена способность доказательно объяснять факты и процессы; отсутствует умение критично относиться к научной информации, а также собственная точка зрения и логические рассуждения относительно проблемных вопросов. Отрывочные теоретические высказывания не иллюстрируются собственными наблюдениями, примерами из учебной практической деятельности. Владеет общенаучной и профессиональной терминологией, испытывает значительные затруднения в ответах на уточняющие и дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.
40-59	Знает основной материал, но испытывает трудности в его самостоятельном изложении; ориентируется в вопросах с помощью дополнительных уточнений; испытывает трудности в объяснении фактов и процессов. В ответе ссылается на классические труды и работы современных

	исследователей, но не в полном объеме; слабо прослеживаются межпредметные связи, нарушена логика в выстраивании ответа.
60-79	Демонстрирует достаточно высокий уровень овладения теоретическими знаниями, свободно ориентируется в специальных терминах. В ответе ссылается на классические общепризнанные научные труды и работы современных авторов. Проявляет умение доказательно объяснять факты и явления, однако, допускает некоторые неточности. Ответ иллюстрируется собственными наблюдениями, примерами из учебной практической деятельности; прослеживаются межпредметные связи. В целом ответ имеет логическую последовательность в изложении материала, речь профессионально грамотная, на вопросы предоставляет развернутые правильные ответы.
80-100	Демонстрирует высокий уровень владения теоретическими знаниями; свободно ориентируется в вопросах теории и практики. В своем ответе он 3 апеллирует к классическим трудам и работам современных исследователей; проявляет умение доказательно объяснять факты и явления; владеет навыком выявлять причинно-следственные и межпредметные связи. Обнаруживает умение критично относиться к научной информации, доказательно формулируем свое мнение. Ответ логически построен, речь грамотная, осмысленно использует в суждениях общенаучную и профессиональную терминологию, не затрудняется в ответах на заданные членами комиссии вопросы.

ВВЕДЕНИЕ

Предмет и содержание курса «Физическая химия». Основные теоретические методы, используемые при исследовании химических явлений. Этапы развития физической химии. Обзор учебной литературы. Связь физической химии с дисциплинами химического и физико-математического циклов.

1. СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА

Содержание понятий "строение вещества" и "структура вещества". Различные аспекты термина "строение молекул": топологический, геометрический, электронный и др. Упорядоченные и неупорядоченные структуры конденсированных фаз.

Общий обзор методов экспериментального и теоретического изучения строения молекул и строения веществ. Сопоставление классической и квантово-механической теории строения молекул.

1. Основы классической теории химического строения.

1.1. Основные положения классической теории химического строения. Молекулярные модели различного уровня в современной теории химического строения.

1.2. Величины, определяющие геометрическую конфигурацию молекулы: межъядерные расстояния, валентные углы, двугранные и торсионные углы. Внутреннее вращение. Конформации молекул. Равновесные конфигурации молекул. Структурная изомерия. Оптические изомеры.

2. Симметрия молекул.

Элементы и операции симметрии ядерной конфигурации молекулы. Точечные группы симметрии. Понятие о представлениях групп и характерах представлений.

3. Электрические свойства молекул.

Постоянное и переменное внешнее электрическое поле. Дипольный момент и поляризуемость молекул. Связь электрических свойств молекул с электрическими свойствами вещества. Молярная поляризация и молярная рефракция.

4. Электронно-колебательно-вращательные состояния молекул.

4.1. Статистическое распределение молекул по энергетическим состояниям.

4.2. Вращение молекул как целого. Различные типы молекулярных волчков.

4.3. Колебания молекул. Приближение гармонического и ангармонического осциллятора. Взаимодействие вращений и колебаний. Нормальные колебания, частоты нормальных колебаний и частоты основных колебательных переходов.

4.4. Микроволновые, ИК- и КР-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.

5. Межмолекулярные взаимодействия.

Основные составляющие межмолекулярных взаимодействий. Влияние межмолекулярных взаимодействий на свойства веществ. Молекулярные комплексы. Кластеры атомов и молекул. Ван-дер-ваальсовы молекулы. Водородная связь.

6. Структурная классификация конденсированных фаз.

6.1. Идеальные кристаллы. Кристаллы с неполной упорядоченностью. Доменные структуры. Жидкие кристаллы и другие мезофазы.

6.2. Аморфные вещества. Жидкости. Особенности строения полимерных фаз.

7. Строение жидкостей и аморфных веществ.

7.1. Мгновенная и колебательно-усредненная структура жидкости. Ассоциаты и кластеры в жидкостях. Современные методы описания структуры жидкостей. Флуктуации и корреляционные функции. Специфика аморфного состояния.

7.2. Структура простых жидкостей. Растворы неэлектролитов. Структура воды и водных растворов. Структура жидких электролитов.

7.3. Мицеллообразование и строение мицелл.

8. Строение мезофаз.

Определение мезофаз. Методы изучения их структуры. Пластические кристаллы. Жидкие кристаллы (нематики, смектики, холестерики и др.). Жидкокристаллическое состояние в биологических системах.

2. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

1. Основные положения химической термодинамики.

1.1. Предмет термодинамики. Основные понятия. Термодинамические системы и термодинамический метод их описания. Термическое равновесие системы. Нулевой закон термодинамики. Термодинамические переменные. Интенсивные и экстенсивные величины. Уравнения состояния.

1.2. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия. Теплоемкость.

1.3. Приложения первого закона. Термохимия. Закон Гесса и следствия из него.

1.4. Уравнение второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Энтропия. Основные свойства. Изменение энтропии изолированной системы и направление процесса. Постулат Планка. Расчет абсолютного значения энтропии.

1.5. Приложения второго начала термодинамики. Термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса и Гельмгольца. Соотношения Максвелла.

Характеристические функции. Общие условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процесса. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Методы вычисления энтропии, энтальпии, энергии Гельмгольца и Гиббса.

1.6. Химические потенциалы, их определение, вычисление и свойства. Химическая переменная и полные потенциалы. Химический потенциал газов.

1.7. Метод активности. Летучесть и коэффициент активности. Вычисление летучестей из опытных данных.

2. Термодинамика растворов.

2.1. Определения. Идеальные растворы. Неидеальные растворы. Применение метода активности к растворам неэлектролитов. Определение коэффициентов активности. Стандартные состояния. Системы отсчета.

2.2. Коллигативные свойства растворов. Криоскопия. Эбулиоскопия. Осмотическое давление. Уравнение Вант-Гоффа. Осмотические и мембранные равновесия в растворах. Растворимость газов и твердых тел в жидкостях. Факторы, влияющие на растворимость.

2.3. Термодинамическая классификация растворов. Функция смешения для идеальных и неидеальных растворов. Идеальные, атермальные, регулярные и предельно разбавленные растворы. Парциальные молярные величины. Их определение из опытных данных (для бинарных систем). Уравнения Гиббса-Дюгема.

2.4. Равновесие жидкость-пар в двухкомпонентных растворах. Равновесные составы пара и жидкости. Правила Гиббса-Коновалова. Выделение веществ путем перегонки. Азеотропные смеси и их свойства.

3. Фазовые равновесия.

3.1. Равновесие гетерогенных систем. Понятие фазы, компоненты.

3.2. Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния. Применение уравнения Клаузиуса-Клапейрона к фазовым переходам первого рода. Энантиотропия и монотропия. Диаграммы состояния воды, серы, фосфора.

3.3. Двухкомпонентные системы. Принципы построения плоских диаграмм состояния. Применение правила фаз. Системы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и взаимной нерастворимостью или ограниченной растворимостью в твердом состоянии. Эвтектическая и перитектическая точки. Термический анализ.

3.4. Трехкомпонентные системы. Применение правила фаз. Графическое изображение их состава. Диаграммы состояния трехкомпонентных систем. Распределение растворяемого вещества между двумя жидкими фазами. Экстракция.

4. Химические равновесия.

4.1. Химическое сродство. Изотерма химической реакции. Термодинамическая трактовка понятия о химическом сродстве. Принцип Берглю и область его применения. Химическое сродство по де-Донде.

4.2. Химическая переменная. Закон действия масс. Его термодинамический вывод. Различные виды констант равновесия. Связь между ними. Основные свойства констант равновесия.

4.3. Расчет констант равновесия с использованием таблиц стандартных значений термодинамических функций. Приведенная энергия Гиббса и ее использование для расчетов химических равновесий. Использование закона действующих масс для расчета состава равновесной смеси. Расчеты выхода продуктов реакции при совместном протекании нескольких химических реакций. Зависимость констант равновесия от температуры. Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Расчет констант равновесия при различных температурах. Расчет химических равновесий в гетерогенных системах.

5. Адсорбция и термодинамика поверхностных явлений.

Явление адсорбции. Основные понятия. Типы адсорбционных взаимодействий. Изотермы, изобары, изостеры адсорбции. Условия адсорбционного равновесия. Изотермы адсорбции газов. Уравнения Генри и Ленгмюра. Константа изотермы полимолекулярной адсорбции паров. Особенности адсорбции из растворов.

6. Элементы статистической термодинамики.

Механическое описание молекулярной системы. Фазовые Г и L-пространства. Статистические ансамбли Гиббса. Функции распределения Максвелла-Больцмана, Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Статистические аналоги термодинамических величин. Общие свойства суммы по состояниям. Статистическая термодинамика идеальных газов и расчеты констант химического равновесия.

7. Элементы линейной термодинамики необратимых процессов.

Основные понятия и определения. Термодинамическое описание необратимых процессов. Потоки. Силы. Необратимые процессы и производство энтропии. Линейные кинетические законы. Соотношения взаимности Онзагера и их применение в линейной термодинамике необратимых процессов.

8. Электрохимические процессы.

8.1. 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.

8.2. 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.

8.3. Электропроводность растворов электролитов; удельная и эквивалентная электропроводность. Числа переноса, подвижность ионов и закон Кольрауша. Электрофоретический и релаксационные эффекты.

8.4. Электрохимические реакции. Двойной электрический слой. Модельные представления о структуре двойного электрического слоя. Теория Гуи – Чапмена – Грэма.

8.5. Электрокапиллярные явления, уравнение Липпмана.

8.6. Скорость и стадии электродного процесса. Поляризация электродов. Полярография. Ток обмена и перенапряжение. Зависимость скорости стадии разряда от строения двойного слоя.

8.7. Химические источники тока, их виды. Электрохимическая коррозия. Методы защиты от коррозии.

3. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

1. Основные понятия химической кинетики.

1.1. Кинетическая классификация химических реакций. Кинетическая кривая. Скорость химической реакции (истинная, начальная, средняя), определение из экспериментальных данных.

1.2. Закон действия масс – основной постулат химической кинетики. Молекулярность, порядок реакции (по компоненту, суммарный). Константа скорости, ее химический смысл. Размерности скорости и константы скорости.

1.3. Зависимость константы скорости и скорости химической реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Температурный коэффициент.

2. Теоретические основы химической кинетики.

2.1. Теория активных соударений. Молекулярно-кинетическая теория газов как физическая база теории. Расчет константы скорости бимолекулярной реакции. Фактор частоты двойных столкновений. Стерический фактор. Температурная зависимость предэкспоненциального множителя. Мономолекулярные реакции; теория Линдемана. Расчет фактора частоты тройных столкновений. Достоинства и недостатки теории активных соударений.

2.2. Теория абсолютных скоростей реакции (ТАСР). Поверхность потенциальной энергии системы взаимодействующих атомов. Определение переходного состояния. Расчет константы скорости бимолекулярной реакции. Статистические суммы различных видов движения и их вклад в величину предэкспоненциального множителя.

Теория активных соударений как частный случай ТАСР. Мономолекулярные и тримолекулярные реакции. Термодинамический аспект ТАСР. Свободная энергия, энтальпия и энтропия активации. Кинетический изотопный эффект.

3. Элементарный акт в жидкой фазе.

Диффузионно-контролируемые реакции. Клеточный эффект. Применение ТАСР к описанию элементарного акта в жидкой фазе. Влияние природы растворителя на константу скорости реакции.

4. Кинетика реакций простых типов.

Кинетическое описание необратимых реакций первого, второго и третьего порядка. Период полупревращения. Характеристическое время реакции (время жизни реагента). Определение порядка и константы скорости реакции из экспериментальных данных.

5. Кинетика сложных реакций.

5.1. Отличительные особенности сложных реакций. Принцип независимости элементарных стадий.

5.2. Обратимые реакции первого порядка. Кинетическое условие равновесия, константа равновесия. Уравнение для скорости реакции и его интегрирование. Вычисление констант скоростей прямой и обратной реакций.

5.3. Параллельные реакции. Определение относительных и абсолютных констант скоростей элементарных стадий из кинетических кривых расходования исходных соединений, накопления продуктов реакции или соответствующих начальных скоростей.

5.4. Последовательные реакции первого порядка. Система кинетических дифференциальных уравнений и ее решение. Зависимость максимальной концентрации промежуточного вещества и времени ее достижения от соотношения констант скоростей. Метод квазистационарных концентраций. Лимитирующая стадия процесса.

6. Радикально-цепные реакции.

6.1. Основные понятия: активный центр, зарождение, продолжение и обрыв цепей, длина цепи, разветвление цепей.

6.2. Неразветвленные цепные процессы. Примеры одно-, двух- и трехцентровых цепных реакций. Кинетический анализ радикально-цепных реакций (применение условия длинных цепей и метода квазистационарных концентраций при выводе уравнения для скорости цепного процесса). Энергия активации цепного процесса. Обрыв цепей и лимитирующая стадия звена цепи. Время установления стационарного режима. Ингибированная неразветвленная цепная реакция.

6.3. Цепные реакции с вырожденным разветвлением цепей.

6.4. Цепные разветвленные реакции. Характерные признаки.

Материальное разветвление цепей. Механизм горения водорода и его кинетический анализ. Критическое условие перехода системы из стационарного в нестационарный режим, развитие процесса.

Энергетическое разветвление цепей. Фторирование водорода.

7. Фотохимические реакции.

7.1. Основные законы фотохимии. Образование и дезактивация возбужденных синглетных и триплетных состояний молекул: внутренняя и интеркомбинационная конверсия, флуоресценция, фосфоресценция, химическая реакция.

7.2. Примеры фотохимических реакций (распад, присоединение, димеризация, конденсация, восстановление, окисление и окислирование, замещение). Явление сенсбилизации.

8. Каталитические реакции.

8.1. Гомогенный катализ

Кислотно-основной катализ. Кислоты, основания Бренстеда и Льюиса. Кинетический анализ механизмов специфического и общего кислотного, специфического и общего основного, а также общего кислотно-основного катализа.

Электрофильный катализ. Окислительно-восстановительный катализ.
Координационный и ферментативный катализ. Простейшие модельные схемы и их кинетическое описание. Уравнение и константа Михаэлиса.

Автокатализ.

8.2. Гетерогенный катализ.

Активационный процесс. Роль адсорбции.

Кинетика гетерогенных каталитических реакций. Ингибирование процесса продуктами реакции. Энергия активации.

Теория активных центров. Мультиплетная теория катализа. Теория активных ансамблей. Электронные представления в гетерогенном катализе.

Важнейшие примеры гетерогенно-каталитических процессов: гидрирование, окисление, алкилирование, крекинг, изомеризация, полимеризация, гидрообессеривание и др.

Экзаменационные вопросы

1. Основные положения классической теории химического строения. Молекулярные модели различного уровня в современной теории химического строения.
2. Величины, определяющие геометрическую конфигурацию молекулы: межъядерные расстояния, валентные углы, двугранные и торсионные углы.
3. Внутреннее вращение. Конформации молекул. Равновесные конфигурации молекул. Структурная изомерия. Оптические изомеры.
4. Элементы и операции симметрии ядерной конфигурации молекулы. Точечные группы симметрии. Понятие о представлениях групп и характерах представлений.
5. Постоянное и переменное внешнее электрическое поле. Дипольный момент и поляризуемость молекул.
6. Связь электрических свойств молекул с электрическими свойствами вещества. Молярная поляризация и молярная рефракция.
7. Статистическое распределение молекул по энергетическим состояниям.
8. Вращение молекул как целого. Различные типы молекулярных волчков.
9. Колебания молекул. Приближение гармонического и ангармонического осциллятора. Взаимодействие вращений и колебаний.
10. Нормальные колебания, частоты нормальных колебаний и частоты основных колебательных переходов.
11. Микроволновые, ИК- и КР-спектры молекул.
12. Вероятности переходов и правила отбора при переходах между различными квантовыми состояниями молекул. Связь спектров молекул с их строением.
13. Определение структурных характеристик молекул из спектроскопических данных.
14. Термодинамические системы и термодинамический метод их описания. Нулевой закон термодинамики. Термодинамические переменные. Уравнения состояния.
15. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия. Теплоемкость.
16. Приложения первого закона. Термохимия. Закон Гесса и следствия из него.
17. Уравнение второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Энтропия. Основные свойства.
18. Приложения второго начала термодинамики. Термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса и Гельмгольца. Соотношения Максвелла.
19. Характеристические функции. Общие условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процесса. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.
20. Методы вычисления энтропии, энтальпии, энергии Гельмгольца и Гиббса.
21. Метод активности. Летучесть и коэффициент активности. Вычисление летучестей из опытных данных.
22. Термодинамика растворов. Определения. Идеальные растворы. Неидеальные растворы.
23. Применение метода активности к растворам неэлектролитов. Определение коэффициентов активности. Стандартные состояния.
24. Равновесие гетерогенных систем. Понятие фазы, компоненты.
25. Явление адсорбции. Основные понятия. Типы адсорбционных взаимодействий. Изотермы, изобары, изостеры адсорбции.

26. Условия адсорбционного равновесия. Изотермы адсорбции газов. Уравнения Генри и Ленгмюра.
27. Растворы электролитов. Коэффициенты активности в растворах электролитов. Средняя активность и средний коэффициент активности, их связь с активностью отдельных ионов.
28. Термодинамика гальванического элемента. Электродвижущая сила, ее выражение через энергию Гиббса реакции в элементе. Уравнения Нернста для электродного потенциала.
29. Электропроводность растворов электролитов; удельная и эквивалентная электропроводность.
30. Числа переноса, подвижность ионов и закон Кольрауша. Электрофоретический и релаксационные эффекты.
31. Кинетическая кривая. Скорость химической реакции (истинная, начальная, средняя), определение из экспериментальных данных.
32. Закон действия масс – основной постулат химической кинетики. Молекулярность, порядок реакции (по компоненту, суммарный). Константа скорости, ее химический смысл.
33. Зависимость константы скорости и скорости химической реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Температурный коэффициент.
34. Теория активных соударений. Расчет константы скорости бимолекулярной реакции. Фактор частоты двойных столкновений. Стерический фактор.
35. Мономолекулярные реакции; теория Линдемана. Достоинства и недостатки теории активных соударений.
36. Теория абсолютных скоростей реакции (ТАСР). Определение переходного состояния. Расчет константы скорости бимолекулярной реакции.
37. Термодинамический аспект ТАСР. Свободная энергия, энтальпия и энтропия активации.
38. Кинетическое описание необратимых реакций первого и второго порядка. Период полупревращения. Характеристическое время реакции (время жизни реагента).
39. Определение порядка и константы скорости реакции из экспериментальных данных.
40. Отличительные особенности сложных реакций. Принцип независимости элементарных стадий. Лимитирующая стадия процесса.
41. Обратимые реакции первого порядка. Кинетическое условие равновесия, константа равновесия. Вычисление констант скоростей прямой и обратной реакций.
42. Параллельные реакции. Определение относительных и абсолютных констант скоростей элементарных стадий из кинетических данных.
43. Последовательные реакции первого порядка. Система кинетических дифференциальных уравнений и ее решение. Метод квазистационарных концентраций.
44. Основные понятия: активный центр, зарождение, продолжение и обрыв цепей, длина цепи, разветвление цепей. Примеры одно-, двух- и трехцентровых цепных реакций.
45. Неразветвленные цепные процессы. Кинетический анализ радикально-цепных реакций (применение условия длинных цепей и метода квазистационарных концентраций).
46. Цепные реакции с вырожденным разветвлением цепей.
47. Цепные разветвленные реакции. Характерные признаки. Механизм горения водорода и его кинетический анализ.
48. Кислотно-основной катализ. Кислоты, основания Бренстеда и Льюиса.

49. Кинетический анализ механизмов специфического и общего кислотного, специфического и общего основного, а также общего кислотно-основного катализа.
50. Электрофильный катализ. Окислительно-восстановительный катализ. Простейшие модельные схемы и их кинетическое описание.
51. Координационный и ферментативный катализ. Уравнение и константа Михаэлиса.

Литература

Основная:

1. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М. Теория строения молекул. Ростов-на-Дону: Феникс, 1997.
2. Степанов Н.Ф. Квантовая механика и квантовая химия. М.: Мир, Изд-во МГУ, 2001.
3. Фларри Р. Квантовая химия. М.: Мир, 1985.
4. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии. М.: Изд-во МГУ. Ч. 1: 1987. Ч. 2: 1989.
5. Полтораки О.М. Термодинамика в физической химии. М.: Высш. шк., 1991.
6. Денисов Е.Т. Кинетика гомогенных химических реакций. М.: Высшая школа, 1978, 1988.
7. Денисов Е.Т., Саркисов О.М., Лихтенштейн Г.И. Химическая кинетика. М.: Химия, 2000.
8. Эмануэль Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики. М.: Высш. шк., 1984.
9. Физическая химия. В 2 кн. / К.С. Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнев и др.; Под ред. К.С. Краснова. М.: Высшая школа, 2001.
10. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия / Под ред. А.Г. Стромберга. М.: Высшая школа, 1988, 2003.
11. Основы физической химии. Теория и задачи / В.В. Еремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская, Н.Е. Кузьменко, В.В. Лунин. – М.: Издательство «Экзамен», 2005.
12. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур. М.: Мир, 2002.
13. Дамаскин Б. Б., Петрий О. А., Цирлина Г. А. Электрохимия. М.: Химия, 2001.

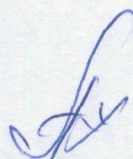
Дополнительная:

14. Бейдер Р. Атомы в молекулах. М.: Мир, 2001.
15. Цирельсон В. Г., Зоркий П. М. Распределение электронной плотности в кристаллах органических соединений // Итоги науки и техники. Кристаллохимия. М.: ВИНТИ, 1986.
16. Минкин В. И., Симкин Б. Я., Миняев Р. М. Квантовая химия органических соединений. Механизмы реакций. М.: Химия, 1986.
17. Смирнова Н.А. Методы статистической термодинамики в физической химии. М.: Высш. шк., 1982.
18. Агеев Е. П. Неравновесная термодинамика в вопросах и ответах. М.: Изд-во МГУ, 1999.
19. Адамсон А. Физическая химия поверхностей. М.: Мир, 1979.
20. Даниэльс Ф., Олбери Р. Физическая химия. М.: Мир, 1978.
21. Карапетьянц М.Х. Химическая термодинамика. М.: Химия, 1975.

22. Дуров В. А., Агеев Е. П. Термодинамическая теория растворов неэлектролитов. М.: Изд-во МГУ, 1987.
23. Хаазе Р. Термодинамика необратимых процессов М.: Мир, 1967.
24. Эткинс Н. Физическая химия. Т. 1, 2. М.: Мир, 1980.
25. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Введение в электрохимическую кинетику. М.: Высш. шк., 1983.
26. Панченков Г. М., Лебедев В. П. Химическая кинетика и катализ. М.: Химия, 1985.
27. Афанасьев Б.Н., Акулова Ю.П. Физическая химия: учебник. – Санкт-Петербург: Лань, 2012.
28. Афанасьев Б.Н., Акулова Ю.П. Физическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2012. Доступ к тексту электронного издания возможен через Электронно-библиотечную систему издательства "Лань". <URL:<http://e.lanbook.com/>>.
29. Умрихин В.А. Физическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие. – М.: КДУ, 2009.

СОГЛАСОВАНО:

Декан химического факультета



Ахметханов Р.М.