

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский национальный исследовательский государственный
университет имени Н.Г. Чернышевского»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебно-методической
работе, д-р филол. наук, профессор

_____ Е.Г. Елина



_____ июля 2016 г.

**Рабочая программа кандидатского экзамена по дисциплине
специальности**

Направление подготовки кадров высшей квалификации
04.06.01 Химические науки
Направленность «Физическая химия»

Квалификация выпускника
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

Очная

Саратов, 2016

1. Цели и задачи кандидатского экзамена

Цель: контроль достижения аспирантами уровня профессионального мастерства в избранной области научных исследований, теоретического и практического владения основами физической химии в рамках компетентностного подхода в пределах программных требований кандидатского экзамена и ООП аспирантуры по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки, направленность физическая химия.

Задачи:

- продемонстрировать знание теоретических и прикладных вопросов современной физической химии;
- показать владение методами и методиками научного исследования и эксперимента в области современной физической химии, в том числе по выбранному научному направлению НКР;
- проявить умение критически анализировать, оценивать и обобщать результаты современных научных достижений и использовать их в генерировании собственных научных идей для планирования и решения оригинальных исследовательских и практических задач.

2. Место кандидатского экзамена в структуре ООП аспирантуры

Кандидатский экзамен по дисциплине специальности относится к вариативной части ООП по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки, направленность физическая химия.

Кандидатский экзамен «Физическая химия» сдается в 5 семестре.

3. Компетенции, проверяемые в процессе сдачи кандидатского экзамена:

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- умения прогнозировать конечный результат исследования при выполнении профессиональных функций, опираясь на фундаментальные основы химии, накопленный экспериментальный опыт в избранной области, современные наукоемкие технологии и аппаратный парк (ПК-1);
- способность анализировать, систематизировать и обобщать собственные оригинальные результаты научных исследований в рамках выполнения диссертационной работы в соответствии с установленными требованиями к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) с учетом последних мировых достижений по избранной научной специальности и предлагать пути их использования (ПК-2)

Рабочая программа кандидатского экзамена по дисциплине специальности включает общую, химическую, статистическую, неравновесную термодинамику, а также электрохимию, химическую кинетику и катализ.

При освоении всех перечисленных разделов аспиранты должны уметь анализировать химические реакции и явления в термодинамическом и кинетическом аспектах, освоить методы физико-химического эксперимента и расчета термодинамических и кинетических параметров различных процессов.

4. Структура и содержание программы кандидатского экзамена

Общая трудоемкость: 1 зач. единица;

36 часов;

5 семестр.

Содержание дисциплины (программа)

Введение

Предмет и особенности физической химии. Ее место в системе образования специалиста химика. Краткий очерк исторического развития. Методы физической химии. Разделы физической химии.

Раздел 1. Основы термодинамики

Тема 1.1. Первый закон термодинамики и его приложения

Определение термодинамики и ее особенности. Значение ее в решении современных задач физической химии. Взаимодействие системы и окружающей среды. Нулевое начало термодинамики. Первый закон термодинамики. Параметры воздействия окружающей среды, координата состояния (экстенсивные свойства) и потенциалы (интенсивные свойства) различных видов энергетического взаимодействия. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Свойства функций внутренней энергии.

Уравнение состояния системы. Идеальные и реальные газы. Анализ уравнения Ван-дер-Ваальса. Приведенное уравнение Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний. Условия устойчивости системы.

Теплота и теплоемкость. Калорические коэффициенты, их взаимосвязь. Применение первого закона термодинамики к идеальным газам. Равновесные и неравновесные процессы, их характерные особенности. Понятие максимальной работы. Обратимые процессы. Термохимия. Понятие теплового эффекта. Закон Гесса. Энергия химической связи и ее расчет по термохимическим данным. Зависимость теплового эффекта от температуры. Закон Кирхгоффа.

Тема 1.2. Второй и третий законы термодинамики и их приложения

Цикл Карно. Второй закон термодинамики. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Энтропия, ее физический смысл. Критика теории тепловой смерти вселенной. Методы расчета энтропии. Постулат Планка, принцип недостижимости абсолютного нуля температур. Расчет абсолютных значений энтропии.

Дифференциальные соотношения в термодинамике. Характеристические функции. Изотермические потенциалы. Уравнение

максимальной работы. Проблема химического сродства. Характеристика состояния равновесия в системе. Принцип максимальной работы. Характеристические функции идеального газа. Летучесть. Методы определения и расчета летучести.

Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клаузиуса-Клайперона. Плавление, испарение и возгонка. Зависимость упругости насыщенного пара вещества от температуры. Истинная химическая постоянная. Понятие о фазовых переходах второго рода. Уравнение Эренфеста.

Раздел 2. Химическая термодинамика

Тема 2.1. Химическое равновесие

Условия химического равновесия. Координата состояния и обобщенный потенциал химической реакции. Закон действия масс. Способы выражения констант равновесия химической реакции. Расчет равновесного состава газовой смеси при химическом превращении. Способы составления уравнений нормировки. Изменение изобарного потенциала химической реакции, уравнение изотермы. Гомогенные и гетерогенные химические превращения. Экспериментальные методы определения констант равновесия.

Тема 2.2. Влияние основных параметров на химическое равновесие

Зависимость химического равновесия от температуры и давления. Принцип Ле-Шателье-Брауна. Уравнение изобары и изохоры химической реакции. Уравнение Ван Лаара-Планка. Вычисление зависимости константы равновесия от температуры по табличным данным: способ с определением постоянной интегрирования, способ Шварцмана-Темкина. Тепловой закон Нернста. Его роль в установлении третьего закона термодинамики. Применение его для расчета констант равновесия в конденсированной и газовой фазах. Приближенные методы расчета констант равновесия. Правило Киреева.

Тема 2.3. Гетерогенные равновесия

Гетерогенное равновесие и его условия. Правило фаз. Применение его к однокомпонентным системам. Объемная и плоская диаграмма состояния вещества. Метастабильные состояния, явления энантиотропии и монотропии. Применение правила фаз к двухкомпонентным системам. Объемная диаграмма состояния для двухкомпонентной системы.

Гетерогенное равновесие в конденсированных фазах. Образование простой эвтектики. Криогидратные смеси. Термический анализ. Образование химического соединения в бинарной системе. Диаграммы состояния при различной термической устойчивости химического соединения. Физико-химический анализ и его основные принципы. Учение о сингулярных точках.

Образование твердых растворов. Диаграммы состояния твердых растворов замещения и внедрения. Дальтонида и бертолида. Применение правила фаз к трехкомпонентным системам. Треугольник состава. Диаграмма состояния при образовании тройной эвтектики. Монотектический треугольник. Испарение воды из раствора двух солей с общим ионом.

Раздел 3. Учение о растворах

Тема 3.1. Основные понятия растворов. Газовые растворы

Способы выражения концентрации в растворе. Межмолекулярное взаимодействие в растворах. Энтропийный фактор растворения. Теории растворов.

Изменение изобарного потенциала при смешении. Химический потенциал компонента в растворе. Парциальные молярные величины. Уравнение Гиббса-Дюгема. Влияние силовых полей на равновесие вещества в системе. Полные потенциалы. Термодинамические функции идеальных растворов газов. Реальные растворы газов. Использование метода летучести. Ограниченная растворимость газов.

Тема 3.2. Жидкие растворы

Жидкие растворы. Межмолекулярные взаимодействия в жидких растворах. Равновесие жидкости и пара. Закон Рауля. Идеальные растворы. Термодинамическая классификация растворов. Функции смешения. Избыточные термодинамические функции и их свойства. Положительные и отрицательные отклонения. Законы Коновалова и их обоснование по уравнению Гиббса-Дюгема. Диаграмма бинарного равновесия в системе жидкость-пар. Фракционная перегонка жидкостей. Азеотропные смеси.

Тема 3.3. Растворимость веществ в жидкостях

Растворимость газов в жидкостях. Идеальная растворимость. Законы растворимости газов в жидкостях. Зависимость растворимости газов от температуры. Ограниченная растворимость жидкостей и влияние на нее температуры. Несмешивающиеся жидкости, перегонка с водяным паром. Идеальная растворимость твердых веществ в жидкостях. Уравнение Шредера. Реальные растворы твердых веществ в жидкостях. Явления криоскопии и эбулиоскопии. Теория данных явлений. Практика криоскопического опыта. Осмотические явления. Термодинамика осмотического давления. Ограниченная растворимость 3-х компонентной жидкой системы. Правило Тарасенкова. Законы распределения Нернста.

Химический потенциал компонента в реальных растворах. Понятие активности компонента в реальных растворах. Выбор стандартного состояния для определения активности растворителя и растворенного вещества. Коэффициент активности. Избыточные термодинамические функции растворения. Регулярные жидкие растворы.

Раздел 4. Статистическая термодинамика

Тема 4.1. Предмет статистической термодинамики. Классический и квантовый подходы при определении макро- и микросостояний системы

Обобщенные координаты, скорости и импульсы. Полная энергия системы. Уравнения движения Гамильтона. Понятие фазы и фазового пространства, фазовая траектория. « μ » и « Γ » - фазовые пространства. Динамическая и вероятностная задачи при определении микросостояния системы.

Квантово-механическое описание системы. Фермионы и бозоны. Способы распределения фермионов и бозонов по квантовым состояниям.

Сравнение с классическим приближением. Квазиклассическое приближение. Нормированный фазовый объем.

Тема 4.2. Ансамбли Гиббса и их классификация. Определение средних величин по ансамблю Гиббса. Постулаты статистической термодинамики

Макросвойства системы как средние значения случайных величин. Усреднение по времени и ансамблю Гиббса. Микроканонический, канонический и большой канонический ансамбли Гиббса. Плотность вероятности и вероятность микросостояния системы в квазиклассическом приближении. Теорема Лиувилля. Постулаты статистической термодинамики.

Тема 4.3. Микроканоническое и каноническое распределение Гиббса. Статистический интеграл. Статистический расчет термодинамических функций с применением квазиклассического приближения

Определение микроканонического ансамбля. Вероятность макросостояния. Статистическое определение энтропии. Энтропия изолированной системы в условиях равновесия. Канонический ансамбль Гиббса. Плотность вероятности и нормированная плотность вероятности для канонического ансамбля Гиббса. Статистический интеграл. Расчет термодинамических функций: внутренней энергии, теплоемкости, энтропии, изохорно-изотермического и изобарно-изотермического потенциалов, энтальпии в квазиклассическом приближении (использование статистического интеграла).

Тема.4.4. Статистическая термодинамика идеального газа. Распределение Максвелла-Больцмана по энергиям и скоростям

Статистический интеграл для одной частицы и N -частиц. Их взаимосвязь. Расчет средней энергии одной частицы и системы из N -частиц. Вклад различных степеней свободы в общий статистический интеграл. Статистический интеграл для поступательных степеней свободы. Распределение частиц по скоростям и импульсам. Средние значения скорости.

Тема.4.5. Определение средних величин по ансамблю Гиббса при квантовом подходе. Сумма по состояниям. Их связь с термодинамическими функциями

Вероятность определенного квантового состояния. Принцип равной вероятности состояний с одинаковой энергией. Квантовый подход при рассмотрении канонического ансамбля Гиббса. Сумма по состояниям для системы в целом. Молекулярная сумма по состояниям. Взаимосвязь суммы по состояниям и молекулярной суммы по состояниям для неразличимых частиц. Расчет термодинамических функций и констант равновесия химических реакций с использованием суммы по состояниям и молекулярной суммы по состояниям.

Тема 4.6. Статистические суммы по состояниям для различных степеней свободы и их вклад в термодинамические функции

Молекулярные суммы по состояниям для поступательной, вращательной, колебательной, электронной степеням свободы. Оценка вклада различных степеней свободы в значения термодинамических функций для простых молекулярных моделей (линейный гармонический осциллятор, жесткий ротатор).

Раздел 5. Термодинамика неравновесных процессов

Тема 5.1. Описание систем в термодинамике неравновесных процессов

Второе начало термодинамики в открытых системах. Движущие силы и скорости необратимых термодинамических процессов и соотношение между ними. Термодинамические силы в системах с пространственной неоднородностью. Термодинамические силы в пространстве однородных систем.

Тема 5.2. Термодинамика систем вблизи равновесия (линейная неравновесная термодинамика)

Связь между величинами потока и термодинамической силы вблизи термодинамического равновесия. Взаимодействие термодинамических процессов и линейные соотношения Онзагера. Примеры взаимодействующих процессов в однородных системах (транспорт вещества через мембрану при наличии осмоса; активный транспорт вещества через мембрану; сопряженные химические реакции). Примеры сопряженных процессов в пространственно-неоднородных системах. Термодинамические критерии достижения и устойчивости стационарных состояний.

Тема 5.3. Термодинамика систем вдали от равновесия (нелинейная термодинамика)

Термодинамический и кинетический подходы к описанию эволюции систем. Общие

критерии устойчивости стационарных состояний. Критерии эволюции в нелинейной термодинамике. Универсальный критерий эволюции Гленсдорфа-Пригожина. Химически реакционноспособные системы вдали от термодинамического равновесия. Термодинамика и устойчивость нелинейных кинетических систем. Точки бифуркации и возникновение новых диссипативных структур. Диссипативные структуры.

Тема 5.4. Энтропия и информация

Иерархия процессов по временному фактору в сложных динамических системах. Квазистационарные подсистемы. Связь энтропии и устойчивости динамического процесса. Связь энтропии и информации. Ценность информации. Рецепция и возникновение информации в динамических системах.

Раздел 6. Ионика

Введение

Определение и основные разделы теоретической электрохимии; краткая история их возникновения. Понятие о химической и электрохимической реакции. Реализация электрохимических реакций в

электролизерах и химических источниках тока. Прикладные вопросы электрохимии.

Тема 6.1. Слабые электролиты

Ионика. Представления Фарадея и Аррениуса о строении растворов электролитов. Основные положения и недостатки теории Аррениуса. Работы Кистяковского и Каблукова. Механизм образования растворов электролитов. Ион-дипольные взаимодействия и причины устойчивости ионных систем. Цикл Борна – Габера.

Тема 6.2. Сильные электролиты

Термодинамическое описание растворов электролитов. Ион-ионное взаимодействие в растворах электролитов. Модельные представления Гхоша. Теория Дебая-Гюккеля; вывод уравнений для потенциала ионной атмосферы и коэффициента активности; сравнение теории с экспериментальными данными. Недостатки теории Дебая-Гюккеля.

Тема 6.3. Неравновесные свойства растворов электролитов

Причины направленного движения ионов в растворе. Явления миграции и диффузии. Удельная электропроводность. Зависимость удельной электропроводности от концентрации для слабых и сильных электролитов. Молярная и эквивалентная электропроводность. Скорость движения иона в электрическом поле. Подвижность ионов. Связь эквивалентной электропроводности с подвижностью ионов. Закон Кольрауша. Зависимость эквивалентной электропроводности от концентрации для слабых и сильных электролитов. Эмпирический закон Кольрауша. Интерпретация явлений электропроводности с точки зрения теории Дебая-Гюккеля. Электрофоретический и релаксационный эффекты. Уравнение Онзагера. Эффекты Вина и Дебая-Фалькенгагена. Влияние радиуса иона и вязкости электролита на эквивалентную электропроводность. Правило Писсаржевского-Вальдена. Аномальная подвижность ионов гидроксония и гидроксида. Влияние природы растворителя на эквивалентную электропроводность. Работы Саханова. Образование ионных ассоциатов. Работы Семенченко и Бьеррума. Числа переноса. Факторы, влияющие на числа переноса ионов. Методы определения чисел переноса. Метод Гитторфа. Использование систем с растворимым и нерастворимым анодом. Метод движущейся границы. Расчет истинных чисел переноса.

Раздел 7. Электродика

Тема 7.1. Равновесные свойства межфазных границ

Понятие электрод, электрохимическая цепь. Правила записи электрохимической цепи. Скачки потенциала на различных межфазных границах. Внешний, внутренний потенциалы. Гальвани – потенциал. Понятие электрохимического потенциала. Равновесие на границах металл – металл, металл – раствор и раствор – раствор. ЭДС как сумма Гальвани-потенциалов. Определение и выбор знака электродного потенциала. Водородная шкала потенциалов. Таблицы электродных потенциалов. Значение водородной шкалы потенциалов.

Тема 7.2. Термодинамика гальванического элемента

Электрохимический аналог уравнения изотермы химической реакции. Расчет константы равновесия по электрохимическим данным. Уравнение Гиббса – Гельмгольца в электрохимии и его исследование.

Тема 7.3. Классификация электродов

Электроды I и II рода. Окислительно-восстановительные электроды простые и сложные. Правило Лютера. Газовые электроды. Формула Нернста для электродного потенциала. Потенциометрическое определение рН растворов. Хингидронный, водородный и стеклянный электроды. Области их применения.

Тема 7.4. Электрохимические цепи и их практическое применение

Классификация электрохимических цепей. Физические цепи. Химические цепи обратимые и необратимые. Концентрационные цепи. Концентрационные цепи без переноса (газовые и амальгамные). Концентрационные цепи с переносом катионного и анионного типа. Определение чисел переноса методом ЭДС. Сдвоенные электрохимические цепи. Определение коэффициентов активности методом ЭДС.

Тема 7.5. Основы электрохимической кинетики. Некоторые аспекты прикладной электрохимии

Плотность тока как характеристика скорости электродной реакции. Поляризация электрода. Поляризационная характеристика электрода. Равновесный потенциал. Ток обмена. Поляризуемый и неполяризуемый электроды. Различные случаи возникновения двойного электрического слоя на границе металл-раствор. Модельные представления о строении ионного двойного слоя.

Стадии электрохимического процесса; понятие лимитирующей стадии. Три основных уравнения диффузионной кинетики. Зависимость плотности тока от потенциала в условиях замедленной стационарной диффузии. Теория замедленного разряда и ее современное обоснование. Зависимость перенапряжения от плотности тока. Формула Тафеля. Прикладные вопросы электродики: коррозия металлов и методы защиты; химические источники тока.

Раздел 8. Формальная кинетика

Тема 8.1. Кинетический анализ простых реакций различных порядков

Основные понятия химической кинетики. Определение скорости реакции. Кинетические уравнения. Константа скорости и порядок реакции. Понятия о реакциях дробного порядка. Молекулярность элементарных стадий. Кинетический закон действия масс. Необратимые реакции первого, второго и третьего порядков. Определение констант скорости из опытных данных. Методы определения порядка реакций.

Тема 8.2. Сложные реакции

Принцип независимости скоростей элементарных стадий. Методы составления кинетических уравнений. Обратимые реакции первого и второго

порядков. Параллельные реакции. Последовательные реакции. Определение констант элементарных стадий из опытных данных. Кинетический анализ сложных процессов. Принцип стационарности Боденштейна.

Тема 8.3. Влияние температуры на скорость химической реакции

Зависимость константы скорости от температуры. Правило Вант-Гоффа. Эмпирическое уравнение Аррениуса. Теория Аррениуса, ее положения. Вывод уравнения Аррениуса. “Эффективная” и “истинная” энергия активации. Экспериментальное определение энергии активации.

Тема 8.4. Кинетика цепных реакций

Цепные реакции. Элементарные процессы зарождения, продолжения, разветвления и обрыва цепей. Длина цепи. Разветвленные цепные реакции. Предельные явления в разветвленных цепных реакциях на примере окисления водорода. Полуостров воспламенения. Период индукции. Зависимость положения нижнего предела воспламенения от сосуда и природы его поверхности.

Раздел 9. Теории молекулярной кинетики

Тема 9.1. Теория соударений в химической кинетике

Газокинетический диаметр соударений в применении к молекулярным и бимолекулярным реакциям. Схема Линдемана, ее использование и применимость. Поправка Гиншельвуда.

Тема 9.2. Метод переходного состояния (активированного комплекса)

Свойства активированного комплекса. Допущения теории активированного комплекса. Трансмиссионный коэффициент. Статистический расчет константы скорости.

Термодинамический аспект теории активированного комплекса. Энтропия активации. Соотношения между опытной и истинной энергией активации.

Применение теории соударений и активированного комплекса к реакциям в растворах. Роль процессов сольватации в химической кинетике.

Раздел 10. Катализ

Тема 10.1. Гомогенный катализ

Определение и общие принципы катализа. Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ. Классификация реакций кислотно-основного типа.

Тема 10.2. Гетерогенный катализ

Определение скорости гетерогенной каталитической реакции. Удельная активность. Активность и селективность катализаторов. Адсорбция как стадия гетерогенных каталитических реакций. Неоднородность поверхности катализаторов. Металлы как катализаторы. Теория мультиплетов Баландина. Принципы геометрического и энергетического соответствия. Нанесенные катализаторы. Теория активных ансамблей Кобозева. Катализ на полупроводниках. Теория Волькенштейна.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов

Виды самостоятельной работы:

- поиск и анализ литературных источников информации с использованием библиотечных, интернет-ресурсов, баз данных;
- овладение программным обеспечением и (при необходимости) расчетными методами исследования.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение

Основная литература

1. Физическая химия: методические материалы [Текст] / Брянский Б.Я. - Омск : Омский госуниверситет, Б. г. 2005. - 18 с. - ISBN 5-7779-0655-9 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС "РУКОНТ"
2. Кинетика химических реакций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Холохонова Л. И. - Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2006. - 80 с. - ISBN 5-89289-407-X : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.
3. Основы физической химии [Электронный ресурс] / В. И. Горшков. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 407 с. : ил. - ISBN 978-5-9963-2284-8 : Б. ц. (ЭБС «Айбукс»).
4. Практическая химическая кинетика. Химическая кинетика в задачах с решениями [Электронный ресурс] : учебное пособие / Воробьев А. Х. - Москва : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2006. - 592 с. - ISBN 5-211-05233-1 : Б. ц. Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

Дополнительная литература

1. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия: Учеб. для хим. спец. вузов. – М.: Высшая школа, 2003. – 527 с.1.
2. Основы химической термодинамики: Учеб. пособие для вузов. – Н. Новгород: Изд-во ННГУ; М.: ИЦ «Академия», 2003. – 464 с.
3. Ягодский В.Д. Статистическая термодинамика в физической химии. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 495 с.
4. Эткинс П., де Паула Дж. Физическая химия. В 3-х ч. Ч.1: Равновесная термодинамика. – М.: Мир, 2007. – 494 с.
5. Статьи из периодической печати.

Перечень Интернет-ресурсов

При подготовке к ГИА целесообразно обратиться к следующим информационным ресурсам

Электронные научные библиотеки и каталоги открытого доступа

<http://elibrary.ru> – Научная электронная библиотека, система РИНЦ.

<http://ellib.gpntb.ru/> – Электронная библиотека ГПНТБ России.

<http://cyberleninka.ru/about> – Научная библиотека открытого доступа «КиберЛенинка».

<http://www.scintific.narod.ru/index.htm> – Каталог научных ресурсов. Ссылки на специализированные научные поисковые системы, электронные архивы, средства поиска статей и ссылок.

<https://scholar.google.ru/> (Google Scholar) – Поисковая система научной литературы. Статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций.

<http://abc-chemistry.org/ru/> – Бесплатная научная химическая информация. Каталог бесплатных полнотекстовых журналов. В Каталог включены только те журналы, которые предоставляют постоянный бесплатный доступ к полным текстам статей, причем не менее чем к годовому комплекту.

<http://e.lanbook.com/> – Электронно-библиотечная система издательства «Лань».

<http://znanium.com/> – Электронная библиотечная система «Znanium.com».

<http://biblio-online.ru/> – Электронная библиотечная система издательства «Юрайт».

<http://ibooks.ru/> – Электронно-библиотечная система ibooks.ru.

<http://rucont.ru/> – Электронно-библиотечная система РУКОНТ.

<http://www.bibliorossica.com/> – Электронно-библиотечная система "БИБЛИОРОССИКА".

<http://library.sgu.ru/> – Сайт Зональной научной библиотеки им. В.А. Артисевич Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского, в том числе:

<http://elibrary.sgu.ru/djvu/> – электронная библиотека СГУ;

http://library.sgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=ELBIB&P21DBN=ELBIB&S21FMT=&S21ALL=&Z21ID=&S21CNR= – электронная библиотека учебно-методической литературы СГУ;

<http://library.sgu.ru/index.php?page=tttt> – полнотекстовые ресурсы СГУ.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

– лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным проектором для демонстрации учебного материала;

– специализированный компьютерный класс, оснащенный необходимым программным обеспечением и выходом в Интернет;

– аппаратное и программное обеспечение (и соответствующие методические материалы) для проведения самостоятельной работы по подготовке к кандидатскому экзамену.

Для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;
задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости аспирантам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию аспирантов могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все аспиранты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению 04.06.01 «Химические науки», направленность «физическая химия»

Автор программы И.А. Казаринов


Казаринов Иван Алексеевич, д.х.н., профессор, заведующий кафедрой физической химии

Разработанная программа одобрена на заседании кафедры физической химии от 18 июня 2014 года, протокол №14.

Актуализированная программа одобрена на заседании кафедры физической химии от 15 июня 2015 года, протокол № 12.

Актуализированная программа одобрена на заседании кафедры физической химии от 11 июня 2016 года, протокол № 10

Зав. кафедрой физической химии,
д.х.н., проф.



И.А. Казаринов

Директор Института химии

д.х.н., проф.



О.В. Федотова

