



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Химический факультет

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине
Группа научных специальностей – 1.4. Химические науки
Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия
Подготовка кадров высшей квалификации

Версия документа - 2

стр. 1 из 16

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

И.В. Бычков



« 14 » 05 2022 г

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Группа научных специальностей – 1.4. Химические науки

Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия

Подготовка кадров высшей квалификации

Челябинск, 2022



Химический факультет

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине
Группа научных специальностей – 1.4. Химические науки
Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия
Подготовка кадров высшей квалификации

Версия документа - 2

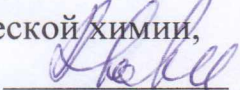
стр. 2 из 16

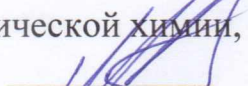
Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине разработана кафедрой аналитической и физической химии в соответствии с паспортом научной специальности 1.4.4. Физическая химия.

Разработчики:

Зав. кафедрой аналитической и физической химии,
доктор технических наук, ст.н.с.  А. В. Колесников

Доцент кафедры аналитической и физической химии,
кандидат химических наук  А.И. Бирюков

Программа одобрена на заседании кафедры аналитической и физической химии
от «__28__» _____ 04 _____ 2022 г., протокол № __8__.

Зав. кафедрой  А. В. Колесников

Программа принята на заседании Ученого совета химического факультета
от «__29__» _____ 04 _____ 2022 г., протокол № __8__.

Согласовано:

Декан химического факультета




В.А. Бурмистров

Зав. отделом аспирантуры
и докторантуры



Н.В. Бочкарева

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Химический факультет			
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине Группа научных специальностей – 1.4. Химические науки Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Подготовка кадров высшей квалификации			
Версия документа - 2	стр. 3 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Общие положения

Кандидатские экзамены являются основной частью аттестации научных и научно-педагогических кадров. Цель экзамена – установить глубину профессиональных знаний прикрепленного лица (далее – соискатель ученой степени кандидата наук, соискатель), уровень подготовленности к самостоятельной научно-исследовательской работе.

Программа включает следующие дисциплины: учение о строении вещества, химическая термодинамика, теория поверхностных явлений, учение об электрохимических процессах, теория кинетики химических реакций, учение о катализе. На экзамене кандидатского минимума по специальности 1.4.4. Физическая химия соискатель ученой степени кандидата наук должен продемонстрировать знание основных теорий и концепций всех разделов дисциплины. Он также должен показать умение использовать теории и методы физико-химической науки для анализа современных проблем химии и избранной области предметной специализации.

От соискателя требуется четко, емко и кратко изложить теоретический материал, аргументированно отстаивать избранную позицию по проблеме, ориентируясь на определенную научную школу, владеть химической терминологией и проявить это в ответах, а также сформировать собственное видение достоинств и недостатков теории.

В реферате должны быть освещены проблемные аспекты темы, даны ссылки на работы известных ученых, свой взгляд на проблему и аргументация своей позиции, руководствуясь фактами. Изложение проблемы в реферате рекомендуется связать с темой диссертационного исследования.

При подготовке к кандидатскому экзамену и его сдаче в исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии.

В результате освоения соискатель должен:

- **знать:** фундаментальные законы химии и основные свойства наиболее важных неорганических соединений, используемых в физической химии;
- **уметь:** сопоставлять вновь полученную информацию с ранее полученными знаниями;
- **владеть:** основными методами математических и физических расчетов
- **иметь опыт деятельности:** в исследовании состава, строения и химических свойств основных простых веществ и химических соединений, связи строения вещества и протекания химических процессов.


Процедура кандидатского экзамена

Экзамен программы проводится по билетам, каждый из которых содержит три вопроса. В содержание экзамена также входит собеседование по содержанию полностью или частично подготовленного кандидатского исследования.

Экзаменационные билеты включают вопросы теории по областям исследований в рамках формулы специальности 1.4.4. Физическая химия.

На экзамене соискатель представляет реферат и защищает его.

За экзамен выставляется единая оценка.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Химический факультет			
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине Группа научных специальностей – 1.4. Химические науки Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Подготовка кадров высшей квалификации			
Версия документа - 2	стр. 4 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Разделы, темы


Вопросы к экзамену сгруппированы по трем разделам, разделы «химическая термодинамика» и «кинетика химических и электрохимических процессов» разделены в свою очередь на темы:

- Строение вещества.
- Основные понятия и законы термодинамики.
- Электрохимия.
- Некоторые вопросы из электрохимической кинетики.
- Растворы. Фазовые равновесия.
- Адсорбция и поверхностные явления.
- Электрохимические процессы.
- Кинетика химических и электрохимических реакций.
- Химическая кинетика.
- Катализ гомогенных и гетерогенных реакций.


Вопросы кандидатского экзамена

Основные понятия и законы термодинамики

1. Основные понятия термодинамики: изолированные и открытые системы, равновесные и неравновесные системы, термодинамические переменные, температура, интенсивные и экстенсивные переменные.
2. Уравнения состояния. Теорема о соответственных состояниях.
3. Теплота, работа, внутренняя энергия, энтальпия, теплоемкость. Закон Гесса. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций.
4. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Формула Кирхгофа. Таблицы стандартных термодинамических величин и их использование в термодинамических расчетах.
5. Энтропия и её изменения в обратимых и необратимых процессах. Теорема Карно-Клаузиуса. Различные шкалы температур.
6. Фундаментальные уравнения Гиббса. Характеристические функции. Энергия Гиббса, энергия Гельмгольца. Уравнения Максвелла.
7. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов.
8. Уравнения Гиббса-Гельмгольца. Работа и теплота химического процесса. Химические потенциалы.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Химический факультет			
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине Группа научных специальностей – 1.4. Химические науки Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Подготовка кадров высшей квалификации			
Версия документа - 2	стр. 5 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____


9. Вращение молекул. Различные типы молекулярных волчков. Вращательные уровни энергии.
10. Электронное строение атомов и молекул. Одноэлектронное приближение.
11. Атомные и молекулярные орбитали. Электронные конфигурации и термы атомов. Правило Хунда.
12. Электронная плотность. Распределение электронной плотности в двухатомных молекулах.
13. Корреляционные орбитальные диаграммы. Теорема Купманса. Пределы применимости одноэлектронного приближения.
14. Интерпретация строения молекул на основе орбитальных моделей и исследования распределения электронной плотности. Локализованные молекулярные орбитали. Гибридизация.
15. Электронная корреляция в атомах и молекулах. Ее проявления в свойствах молекул. Метод конфигурационного взаимодействия.
16. Представления о зарядах на атомах и порядках связей. Различные методы выделения атомов в молекулах.
17. Корреляции дескрипторов электронного строения и свойств молекул. Индексы реакционной способности. Теория граничных орбиталей.
18. Точечные группы симметрии молекул. Понятие о представлениях групп и характерах представлений.
19. Общие свойства симметрии волновых функций и потенциальных поверхностей молекул. Классификация квантовых состояний атомов и молекул по симметрии.
20. Симметрия атомных и молекулярных орбиталей, σ - и π -орбитали. π -Электронное приближение.
21. Влияние симметрии равновесной конфигурации ядер на свойства молекул и их динамическое поведение. Орбитальные корреляционные диаграммы. Сохранение орбитальной симметрии при химических реакциях.
22. Дипольный момент и поляризуемость молекул. Магнитный момент и магнитная восприимчивость.
23. Эффекты Штарка и Зеемана. Магнитно-резонансные методы исследования строения молекул. Химический сдвиг.
24. Оптические спектры молекул. Вероятности переходов и правила отбора при переходах между различными квантовыми состояниями молекул.
25. Связь спектров молекул с их строением. Определение структурных характеристик молекул из спектроскопических данных.
26. Основные составляющие межмолекулярных взаимодействий.
27. Молекулярные комплексы. Ван-дер-ваальсовы молекулы. Кластеры атомов и молекул.
28. Водородная связь. Супермолекулы и супрамолекулярная химия.
29. Строение молекул простых и координационных неорганических соединений. Полиядерные комплексные соединения.
30. Строение основных типов органических и элементоорганических соединений. Соединения включения. Полимеры и биополимеры.
31. Структурная классификация конденсированных фаз.
32. Идеальные кристаллы. Кристаллическая решетка и кристаллическая структура.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Химический факультет			
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине Группа научных специальностей – 1.4. Химические науки Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Подготовка кадров высшей квалификации			
Версия документа - 2	стр. 6 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

33. Реальные кристаллы. Типы дефектов в реальных кристаллах. Кристаллы с неполной упорядоченностью. Доменные структуры.
34. Симметрия кристаллов. Кристаллографические точечные группы симметрии, типы решеток, сингонии.
35. Понятие о пространственных группах кристаллов. Индексы кристаллографических граней.
36. Атомные, ионные, молекулярные и другие типы кристаллов. Цепочечные, каркасные и слоистые структуры.
37. Строение твердых растворов. Упорядоченные твердые растворы.
38. Аморфные вещества. Особенности строения полимерных фаз.
39. Металлы и полупроводники. Зонная структура энергетического спектра кристаллов. Поверхность Ферми. Различные типы проводимости. Колебания в кристаллах. Фононы.
40. Жидкости. Мгновенная и колебательно-усредненная структура жидкости. Ассоциаты и кластеры в жидкостях. Флуктуации и корреляционные функции.
41. Структура простых жидкостей. Растворы неэлектролитов. Структура воды и водных растворов. Структура жидких электролитов.
42. Мицеллообразование и строение мицелл.
43. Мезофазы. Пластические кристаллы. Жидкие кристаллы (нематики, смектики, холестерики и др.).
44. Особенности строения поверхности кристаллов и жидкостей, структура границы раздела конденсированных фаз. Молекулы и кластеры на поверхности. Структура адсорбционных слоев.

Основные понятия и законы термодинамики.

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

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Химический факультет			
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине Группа научных специальностей – 1.4. Химические науки Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Подготовка кадров высшей квалификации			
Версия документа - 2	стр. 7 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

12. Приведенная энергия Гиббса и ее использование для расчетов химических равновесий.

13. Равновесие в поле внешних сил. Полные потенциалы.

Электрохимия.

14. Законы Фарадея.

15. Схемы электрохимических систем. Их равновесное и неравновесное состояние.

16. Особенности химического и электрохимического процесса. Характерные признаки их различия.

17. Правила записи схем электрохимических систем и уравнений протекающих в них реакций (для электродов, уравнения электродной реакции, электрохимические цепи).

18 ЭДС электрохимической системы. Схема правильно разомкнутой электрохимической цепи. Понятие электрохимического потенциала, внутреннего потенциала. Поверхностный и гальвани-потенциал.

19. Теория возникновения скачка потенциала на границе раствор-металл. Энергия сольватации больше работы выхода катиона.

20. Теория возникновения скачка потенциала на границе раствор-металл. Энергия сольватации меньше работы выхода катиона.

21. Строение двойного электрического слоя на границе металл-раствор и распределение потенциала в ионной обкладке при различной концентрации раствора.

22. Строение двойного электрического слоя в условиях специфической адсорбции. Потенциал нулевого заряда.

23. Преимущества и недостатки теории строения двойного электрического слоя по Гемгольцу, Гуи и Чапмана, Штерну

24. Формула Грэма для расчета общей емкости ДЭС. Модели ДЭС Грэма и Парсонса, Алексеева, Попова, Колотыркина.

25. Изменение заряда поверхности ртути при переходе от восходящей ветви электрокапиллярной кривой к нисходящей.

26. Первое и второе уравнение Липпмана. Типичные кривые зависимости поверхностного натяжения, заряда поверхности, емкости от потенциала на границе раздела ртуть – раствор поверхностноинактивного электролита.


27. ЭДС поляризации. ЭДС гальванического элемента, электролитической ванны. Падение напряжения в электролите и на электродах.

28. Понятие об электродной поляризации. Схемы протекания электродных реакций: перезарядки ионов железа, выделение и растворение хлора, осаждения и растворения серебра.

29. Основное уравнение диффузионной кинетики. Распределение концентрации в диффузионном слое у поверхности электрода в случае восстановления на электроде и при растворении электрода.

30. Вывод уравнения взаимосвязи между перенапряжением и плотностью диффузионного тока. Форма поляризационной кривой при замедленности стадии массопереноса.

31. Использование уравнения расчета диффузионного тока для вращающегося дискового электрода для расчета зависимости предельного диффузионного тока от частоты вращения, для выделения кинетического тока.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Химический факультет			
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине Группа научных специальностей – 1.4. Химические науки Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Подготовка кадров высшей квалификации			
Версия документа - 2	стр. 8 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

32. Схемы изменения скорости движения жидкости и концентрации вблизи поверхности твердого тела, служащего катодом по Нернсту и Левичу. Расчеты различия величин толщины диффузионного слоя и пограничного слоя Прандтля.

Некоторые вопросы из электрохимической кинетики.

33. Теория замедленного разряда. Ток обмена. Обратимые и необратимые реакции. Уравнение Фольмера для скорости реакции.

34. Свойства уравнений теории замедленного разряда. Варианты малых и больших перенапряжений. Уравнение Тафеля. Поляризационные кривые на стадии разряда ионизации в полулогарифмических координатах. Поляризационные кривые в широких областях перенапряжения и тока обмена.

35. Уравнения для смешанной кинетики.

36. Электродные процессы в условиях линейной диффузии. Зависимость тока от времени с постоянным потенциалом. Зависимость предельного тока от продолжительности электролиза.

37. Хроновольтамперометрия. Схема хроновольтамперометрической кривой. Уравнение Нернста в случае обратимого электродного процесса. Ток пика

38. Хронопотенциометрия. Схема хронопотенциометрической кривой. Формула для определения переходного времени.

39. Уравнение Аррениуса для электрохимических реакций. Зависимость электродного потенциала от плотности тока. Зависимость плотности тока от температуры для концентрационной и химической поляризации.

40. Ток обмена и перенапряжение. Уравнение Тафеля.

41. Электрохимическая коррозия. Методы защиты от коррозии.

Растворы. Фазовые равновесия.

42. Растворы электролитов. Ион-дипольное взаимодействие как основной процесс, определяющий устойчивость растворов электролитов.

43. Коэффициенты активности в растворах электролитов. Средняя активность и средний коэффициент активности, их связь с активностью отдельных ионов.

44. Основные положения теории Дебая – Хюккеля. Потенциал ионной атмосферы.


45. Условия электрохимического равновесия на границе раздела фаз и в электрохимической цепи. Термодинамика гальванического элемента.

46. Электродвижущая сила, ее выражение через энергию Гиббса реакции в элементе. Уравнения Нернста и Гиббса – Гельмгольца для равновесной электрохимической цепи.

47. Понятие электродного потенциала. Определение коэффициентов активности на основе измерений ЭДС гальванического элемента.

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

49. Способы выражения состава растворов. Идеальные растворы, общее условие идеальности растворов. Давление насыщенного пара жидких растворов, закон Рауля.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Химический факультет			
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине Группа научных специальностей – 1.4. Химические науки Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Подготовка кадров высшей квалификации			
Версия документа - 2	стр. 9 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____


50. Неидеальные растворы и их свойства. Метод активностей. Коэффициенты активности и их определение.
51. Стандартные состояния при определении химических потенциалов компонент растворов. Симметричная и несимметричная системы отсчета.
52. Парциальные мольные величины, их определение для бинарных систем. Уравнение Гиббса – Дюгема.
53. Функция смешения для идеальных и неидеальных растворов. Предельно разбавленные растворы, атермальные и регулярные растворы, их свойства.
54. Понятия компонента, фазы, степени свободы. Правило фаз Гиббса.
55. Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния воды, серы, фосфора и углерода. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса.
56. Двухкомпонентные системы. Различные диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Равновесие жидкость – пар в двухкомпонентных системах. Законы Гиббса – Коновалова. Азеотропные смеси.
57. Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста.
58. Трехкомпонентные системы. Треугольник Гиббса. Диаграммы плавкости трехкомпонентных систем.

Адсорбция и поверхностные явления.

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

Кинетика гомогенных и гетерогенных реакций.


1. Основные понятия химической кинетики. Простые и сложные реакции, молекулярность и скорость простой реакции. Основной постулат химической кинетики.
2. Способы определения скорости реакции. Кинетические кривые. Кинетические уравнения.
3. Константа скорости и порядок реакции. Реакции переменного порядка.
4. Феноменологическая кинетика сложных химических реакций. Принцип независимости элементарных стадий.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Химический факультет			
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине Группа научных специальностей – 1.4. Химические науки Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Подготовка кадров высшей квалификации			
Версия документа - 2	стр. 10 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

5. Кинетические уравнения для обратимых, параллельных и последовательных реакций.
6. Квазистационарное приближение. Метод Боденштейна – Темкина.
7. Кинетика гомогенных каталитических и ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса – Ментен.
8. Цепные реакции. Кинетика неразветвленных и разветвленных цепных реакций.
9. Кинетические особенности разветвленных цепных реакций. Предельные явления в разветвленных цепных реакциях. Полуостров воспламенения, период индукции. Тепловой взрыв.
10. Реакции в потоке. Реакции идеального вытеснения и идеального смешения. Колебательные реакции.
11. Роль диффузии в кинетике гетерогенных реакций.
12. Кинетика гетерогенных каталитических реакций. Различные режимы протекания реакций (кинетическая и внешняя кинетическая области, области внешней и внутренней диффузии).
13. Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и способы ее определения.
14. Элементарные акты химических реакций и физический смысл энергии активации. Термический и нетермические пути активации молекул.
15. Обмен энергией (поступательной, вращательной и колебательной) при столкновениях молекул. Время релаксации в молекулярных системах.
16. Теория активных столкновений. Сечение химических реакций.
17. Формула Траутца – Льюиса. Расчет предэкспоненциального множителя по молекулярным постоянным. Стерический фактор.
18. Теория переходного состояния (активированного комплекса). Поверхность потенциальной энергии. Путь и координата реакции.
19. Статистический расчет константы скорости. Энергия и энтропия активации. Использование молекулярных постоянных при расчете константы скорости.
20. Различные типы химических реакций. Мономолекулярные реакции в газах, схема Линдемана – Христиансена. Теория РРКМ.
21. Бимолекулярные и тримолекулярные реакции, зависимость предэкспоненциального множителя от температуры.
22. Реакции в растворах, влияние растворителя и заряда реагирующих частиц. Клеточный эффект и сольватация.
23. Фотохимические и радиационно-химические реакции. Элементарные фотохимические процессы. Эксимеры и эксиплексы.
24. Изменение физических и химических свойств молекул при электронном возбуждении. Квантовый выход. Закон Эйнштейна – Штарка.

Катализ.

34. Классификация каталитических реакций и катализаторов. Теория промежуточных соединений в катализе, принцип энергетического соответствия.
35. Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ.
36. Кинетика и механизм реакций специфического кислотного катализа.
37. Функции кислотности Гаммета. Кинетика и механизм реакций общего кислотного катализа.


 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Химический факультет			
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине Группа научных специальностей – 1.4. Химические науки Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Подготовка кадров высшей квалификации			
Версия документа - 2	стр. 11 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

38. Уравнение Бренстеда. Корреляционные уравнения для энергий активации и теплот реакций.
39. Специфический и общий основной катализ.
40. Нуклеофильный и электрофильный катализ.
41. Катализ металлокомплексными соединениями. Гомогенные реакции гидрирования, их кинетика и механизмы.
42. Ферментативный катализ. Адсорбционные и каталитические центры ферментов.
43. Активность и субстратная селективность ферментов.
44. Коферменты. Механизмы ферментативного катализа.
45. Гетерогенный катализ. Определение скорости гетерогенной каталитической реакции. Удельная и атомная активность.
46. Селективность катализаторов. Роль адсорбции в кинетике гетерогенных каталитических реакций.
47. Неоднородность поверхности катализаторов, нанесенные катализаторы. Энергия активации гетерогенных каталитических реакций.
48. Современные теории функционирования гетерогенных катализаторов.
49. Основные промышленные каталитические процессы.

Список рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Харитонов, Ю. Я. Физическая химия [Текст] : учебник для вузов / Ю. Я. Харитонов. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2013. — 608 с. : ил. — Библиогр.: с. 602. — Имен. указ.: с. 603-608. — ISBN 978-5-9704-2390-5.
2. Беляев, А. П. Физическая и коллоидная химия [Текст] : учебник для вузов / А. П. Беляев, В. И. Кучук ; под ред. А. П. Беляева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. — 751 с. : ил. — Библиогр.: с. 743-747. — Предм. указ.: с. 748-751. — ISBN 978-5-9704-2766-8.
3. Афанасьев, Б. Н. Физическая химия [Текст] : учебное пособие для вузов / Б. Н. Афанасьев, Ю. П. Акулова. — Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2012. — 463 с. : ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). — Библиогр.: с. 458. — ISBN 978-5-8114-1402-4.
4. Буданов, В. В. Химическая кинетика [Текст] : учебное пособие для вузов / В. В. Буданов, Т. Н. Ломова, В. В. Рыбкин. — Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2014. — 283 с. : ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). — Библиогр.: с. 276-280.
5. Дамаскин, Б. Б. Электрохимия [Текст] : учебное пособие для вузов / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. — Изд. 3-е, испр. — Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015. — 670 с. : ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). — Библиогр.: с. 659-665. — Предм. указ.: с. 666-670. — ISBN 978-5-8114-1878-7.
6. Тюрин, А. Г. Решение задач по теоретической и прикладной электрохимии [Текст] : практикум для самостоятельной работы / А. Г. Тюрин, А. В. Колесников, Е. А. Белая. — Челябинск : Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2011. — 142 с. : ил. — (Классическое университетское образование). — Прил.: с. 139-142. — Библиогр.: с. 137-138. — ISBN 978-5-7271-1053-9.
7. Тюрин, А. Г. Решение задач по химической кинетике и катализу [Текст] : практикум для самостоятельной работы / А. Г. Тюрин, С. Е. Працкова. — Челябинск :

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Химический факультет			
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине Группа научных специальностей – 1.4. Химические науки Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Подготовка кадров высшей квалификации			
Версия документа - 2	стр. 12 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Издательство Челябинского государственного университета, 2013. — 107 с. : ил. — (Классическое университетское образование). — Прил.: с. 100-107. — Библиогр.: с. 99 и в подстроч. примеч. — ISBN 978-5-7271-1157-4.

Дополнительная литература

1. Морачевский, А. Г. Физическая химия. Гетерогенные системы : / Морачевский А.Г., Фирсова Е.Г. — Москва : Лань", 2015. — Рекомендовано УМО по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки магистров «Техническая физика». — ISBN 978-5-8114-1859-6. — URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=60048.

2. Практикум по физической химии. Кинетика и катализ. Электрохимия [Текст] : учебное пособие для вузов / [А. В. Абраменков и др.] ; под ред. В. В. Лунина, Е. П. Агеева. — Москва : Академия, 2012. — 298, [2] с. : ил. — (Высшее профессиональное образование, Естественные науки). — Прил.: с. 267-291. - Слов. терминов: с. 292-299. - Авт. указаны на обороте тит. л. — Библиогр. в конце подразд. — ISBN 978-5-7695-6810-7.

3. Стромберг, А.Г. Физическая химия [Текст] : учебник для студентов вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко; Под ред. А. Г. Стромберга ; под ред. А. Г. Стромберга. — 5-е изд., испр. — М. : Высш. шк., 2003. — 527 с. : ил. — Библиогр.: с. 511-515. — Предм. указ.: с. 516-522. — ISBN 5-06-003627-8.

4. Салем, Р. Р. Физическая химия [Текст] : термодинамика : учебное пособие для вузов / Р. Р. Салем. — М. : Физматлит, 2004. — 350 с. : ил. — Предм. указ.: с. 344-348. — Библиогр.: с. 342-343. — ISBN 5-9221-0078-5.

5. Салем, Р. Р. Теоретическая электрохимия [Текст] : начала теории / Р. Р. Салем. — 2-е изд. — М. : Вузовская книга, 2006. — 326 с. : ил. — Библиогр.: с. 322-323. — ISBN 5-9502-0229-5.

6. Бажин, Н. М. Термодинамика для химиков [Текст] : учебное пособие для вузов / Н. М. Бажин, В. А. Иванченко, В. Н. Пармон ; [ред. Л. И. Галицкая]. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Химия, 2004. — 416 с. : ил. — (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). — Библиогр.: с. 415-416. — ISBN 5-9819-005-7 ((Химия)) . — ISBN 5-9532-0239-3 ((КолосС)).

Интернет-ресурсы

Электронные фонды и ресурсы


Средством доступа к системе собственных электронных ресурсов является сайт библиотеки www.lib.csu.ru. Электронный каталог обеспечивает полное и оперативное представление о библиотечном фонде, повышает качество и эффективность поиска информации – более 1,5 млн. записей.

1. *Электронный каталог. Библиографические базы данных.*

Книги, электронные ресурсы, диссертации и авторефераты.

2. *Электронная библиотека.*

Издания ЧелГУ, УМК; диссертации, защищенные в советах ЧелГУ, резервные коллекции, фонд редких книг, электронный справочник «Информио», статистические издания России и стран СНГ.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Химический факультет			
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине Группа научных специальностей – 1.4. Химические науки Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Подготовка кадров высшей квалификации			
Версия документа - 2	стр. 13 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

3. Реферативные

Базы данных ИНИОН РАН, базы данных ВИНТИ, Scopus (<http://www.scopus.com>), Science (архив).

4. Полнотекстовые

Базы данных диссертаций РГБ, АРБИКОН, SIGLA, научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>, подписка на полнотекстовую коллекцию российских научных журналов (2011-2015, 148 наименований), издательств: Taylor&Francis, Sage Publications (архив научных журналов); Springer, American Physical Society (<http://www.journals.aps.org/about>), American Mathematical Society (<http://www.ams.org/mathscinet>), Wiley (<http://onlinelibrary.wiley.com>).

5. Электронно-библиотечные системы с возможностью

пользования лицензионными материалами из любой точки, имеющей доступ к сети Интернет (регистрация из сети университета персонального аккаунта): Университетская библиотека онлайн (www.biblioclub.ru), Лань (www.e.lanbook.com).

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене.

При проведении процедуры оценивания результатов кандидатского экзамена инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства.

Процедура оценивания результатов кандидатского экзамена инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по спецдисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.


Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

При проведении процедуры оценивания результатов кандидатского экзамена инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по спецдисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся:

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Химический факультет			
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине Группа научных специальностей – 1.4. Химические науки Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Подготовка кадров высшей квалификации			
Версия документа - 2	стр. 14 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме на языке Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);

б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);

в) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно на языке Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов кандидатского экзамена по спецдисциплине может проводиться в несколько этапов.

В исключительных случаях (форс-мажорные обстоятельства и др.) электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Критерии оценки результатов кандидатского экзамена

Оценка **«отлично»** ставится при соблюдении следующих условий:

- грамотное и правильное использование в ответах специальной и общенаучной терминологии;
- безошибочное владение категориальным аппаратом физико-химической науки;
- умение обозначить основные проблемы сформулированных в задании, безошибочное знание фактологического материала;
- историографические знания в рамках задания;
- умение связать ответ на вопрос с темой диссертационного исследования;
- логичность, связность ответа.

Оценка **«хорошо»** ставится при соблюдении следующих условий:


- грамотное и правильное использование в ответах специальной и общенаучной терминологии;
- проблемное изложение сформулированных в билетах вопросов;
- отдельные ошибки при изложении фактологического материала;
- неполнота изложения историографических сведений в рамках вопросов билета;
- умение связать ответ на вопрос с темой диссертационного исследования;
- логичность, связность ответа.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится за:

- недостаточное использование в ответах специальной и общенаучной терминологии;
- недостаточное владение категориальным аппаратом физико-химической науки;
- умение обозначить только одну из проблем сформулированных в билетах вопросов;
- ошибки при изложении фактологического материала;
- поверхностные историографические знания в рамках вопросов билета.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится за:

- отсутствие в ответах необходимой специальной и общенаучной терминологии;
- описательное изложение сформулированных в билетах вопросов, неумение обозначить и изложить проблемы;
- грубые ошибки при изложении фактологического материала;
- незнание историографии вопросов билета;
- неумение связать ответ на вопрос с темой диссертационного исследования;
- нарушение логичности, связности ответа.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Химический факультет			
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине Группа научных специальностей – 1.4. Химические науки Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Подготовка кадров высшей квалификации			
Версия документа - 2	стр. 15 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Оценка за реферат

Оценка «**отлично**» за реферат ставится, если:

- содержание реферата точно соответствует теме, отсутствуют ошибки в изложении и оформлении реферата;
- материал освещен в проблемном аспекте при достаточном фактологическом изложении;
- ссылки на работы известных ученых и новейшую литературу отличаются полнотой;
- изложено свое видение проблемы и аргументация своей позиции с помощью языковых фактов;
- содержание связано с темой диссертационного исследования.

Оценка «**хорошо**» за реферат ставится, если:


- содержание реферата соответствует теме, допущены негрубые ошибки в изложении и оформлении реферата;
- обозначены основные проблемы изучения заявленного в теме вопроса при достаточном фактологическом изложении;
- даны ссылки на работы известных ученых и новейшую литературу;
- изложено свое видение проблемы и приведен ряд аргументов своей позиции с помощью языковых фактов;
- содержание связано с темой диссертационного исследования.

Оценка «**удовлетворительно**» за реферат ставится, если:


- содержание реферата соответствует теме, допущены ошибки в изложении и оформлении реферата;
- обозначена одна из проблем изучения заявленного в теме вопроса при поверхностном фактологическом изложении;
- даны ссылки на ряд работ известных ученых и новейшую литературу;
- изложено свое видение проблемы и приведено 1-2 аргумента своей позиции;
- содержание связано с темой диссертационного исследования.

Оценка «**неудовлетворительно**» за реферат ставится, если:

- содержание реферата не соответствует теме, допущены грубые ошибки в изложении и оформлении реферата;
- материал изложен как, без обозначения проблем(ы);
- даны не более 1-2 ссылок на ряд работ известных ученых и новейшую литературу;
- не изложено свое видение проблемы и не приведены аргументы своей позиции;
- содержание не связано с темой диссертационного исследования.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Химический факультет			
Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине Группа научных специальностей – 1.4. Химические науки Научная специальность – 1.4.4. Физическая химия Подготовка кадров высшей квалификации			
Версия документа - 2	стр. 16 из 16	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Форма билета кандидатского экзамена

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Наименование факультета Наименование кафедры	
Группа научных специальностей – шифр и наименование Научная специальность – шифр и наименование	
Кандидатский экзамен по спецдисциплине	
Экзаменационный билет № _____	
1.	
2.	
3.	
Зав. кафедрой _____	ФИО _____