


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной и инновационной
деятельности

А.А. Артемьев
2022 г.

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
по специальной дисциплине**
для поступающих на обучение по образовательным программам высшего образования
- программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре
по научной специальности 1.4.14 Кинетика и катализ

Тверь, 2022

Программа вступительных испытаний для поступающих на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.4.14 Кинетика и катализ разработана в соответствие с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования по программам специалитета и (или) программам магистратуры.

Составители:

д.х.н., профессор



В.Г. Матвеева

д.х.н., профессор



В.Ю. Долуда

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии, химии и стандартизации от « 7 » 04 2022 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ответственный за реализацию образовательной программы высшего образования – программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.4.14 Кинетика и катализ, д.х.н., профессор



М.Г. Сульман

СОГЛАСОВАНО:

Начальник отдела аспирантуры и докторантуры



О.И. Туманова

Начальник отдела комплектования зональной научной библиотеки



О.Ф. Жмыхова

Требования к лицам, поступающим в аспирантуру

Лица, желающие освоить программу подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.4.14 Кинетика и катализ должны иметь высшее образование (специалитет или магистратура).

Лица, имеющие высшее образование, принимаются в аспирантуру по результатам сдачи вступительных испытаний на конкурсной основе.

Содержание вступительного испытания

1. Кинетика и механизм элементарных химических реакций

Скорость химической реакции. Кинетические уравнения элементарных химических реакций, закон действующих масс. Молекулярность, порядок и константа скорости реакции, уравнение Аррениуса, энергия активации и предэкспоненциальный множитель. Механизм элементарной химической реакции, поверхность потенциальной энергии, теория активированного комплекса, свободная энергия активации, энтропия активации и объем активации.

Влияние растворителя на скорость элементарной химической реакции в растворе. Электростатическая и специфическая сольватация. Ионная сила и солевой эффект, их влияние на скорость реакции.

2. Общие представления о катализе

Определения катализа. Основные этапы развития представлений о катализе. Каталитические процессы в природе. Роль катализа в современной промышленности — химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей, биохимической и пищевой.

Механизм каталитических реакций, каталитический цикл. Методы и примеры построения кинетических уравнений каталитических реакций, их связь с механизмом реакции. Стационарное состояние различных форм каталитического комплекса. Активность и стабильность катализаторов. Промоторы и каталитические яды (ингибиторы). Субстратная селективность, региоселективность и энантиоселективность. Влияние катализаторов на селективность параллельных, последовательных, последовательно-параллельных и других сложных реакций. Зависимость селективности от конверсии в сложных реакциях при участии катализаторов на отдельных стадиях.

3. Гомогенный катализ

Классификация гомогенных катализаторов, их активность и селективность.

Нуклеофильный катализ. Механизм и кинетика его в реакциях замещения, расщепления и присоединения. Факторы, определяющие эффективность нуклеофильного катализа.

Кислотный, электрофильный и основной катализ. Механизм кислотного и электрофильного катализа нуклеофильных и электрофильных реакций замещения, отщепления и присоединения. Механизм основного катализа. Количественная характеристика кислотно-основного взаимодействия. Жесткие и мягкие кислоты и основания. Абсолютная шкала кислотности, функции кислотности. Сверхкислоты как катализаторы. Скорости реакции кислот с основаниями. Специфический и общий кислотно-основной катализ. Особенности кинетики и механизм. Кислотность и каталитическая активность, уравнение Бренстеда.

Металлокомплексный катализ. Каталитически-активные комплексы металлов. Правила Хиггинса и Толмена. Модель Басоло-Пирсона. Правило Чатта. Элементарные стадии металлокомплексного катализа: диссоциация, присоединение и замещение лигандов, перенос электрона, внедрение по связи металл-лиганд, элиминирование, диссоциативное присоединение. Примеры механизмов реакций, катализируемых комплексами металлов: гидрирование, гидрокарбонилирование, карбонилирование; окисление и метатезис олефинов,

изомеризация, олигомеризация и полимеризация олефинов. Катализаторы Циглера-Натта. Многоэлектронные процессы и катализ кластерами. Асимметрический каталитический синтез.

Ферментативный катализ. Основные типы и функции ферментов. Основные характеристики ферментов (энзимов) как белковых макромолекул, а также рибозимов на основе РНК. Понятие активного центра, субстрата, кофактора, ингибитора. Локализация ферментов в органеллах, клетках и мембранах. Основные положения теории ферментативного катализа; энергетические и энтропийные параметры ферментативных процессов. Биомиметика и моделирование активных центров ферментов.

Кинетический анализ различных схем гомогенно-каталитических реакций. Обработка кинетических данных по уравнениям с двумя неизвестными параметрами. Автокатализ. Кинетические закономерности металлокомплексного катализа и ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Функция закомплексованности. Особенности обработки экспериментальных данных по кинетике ферментативных реакций.

Иммобилизованные гомогенные катализаторы и ферменты. Ионообменные полимеры и другие способы иммобилизации.

Особенности кинетики гомогенно-каталитических гетерофазных реакций газ-жидкость и жидкость-жидкость. Кинетическая область гетерофазных реакций, ее признаки и экспериментальное подтверждение. Катализ межфазного переноса. Основные кинетические закономерности, методика эксперимента и обработки кинетических данных. Кинетика гетерофазных реакций в переходной области при сравнительно медленной химической реакции без учета превращений в пограничной пленке. Диффузионная область гетерофазных реакций при мгновенной химической реакции. Явление ускорения массопередачи. Влияние гетерофазности на селективность реакций.

4. Гетерогенный катализ

Строение поверхности твердых тел и его влияние на каталитическую активность. Современные методы исследования структуры и состава поверхностного слоя твердых тел. Методы определения элементного состава катализаторов, спектральные и химические методы. Термогравиметрия. Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ. Электронная микроскопия. Зондовая микроскопия: туннельная и атомно-силовая микроскопия. Масс-спектрометрия вторичных ионов. ЯМР-ВМУ-спектроскопия твердого тела, кросс-поляризация. ЯМР-томография. EXAFS, XAFS, XANES, SAXS, фотоэлектронная и оже-спектроскопия, ГР-спектроскопия. Магнитные методы исследования катализаторов. КР-спектроскопия. Электронная спектроскопия. Дифракция медленных электронов.

Адсорбция как стадия гетерогенно-каталитической реакции. Природа адсорбционного взаимодействия. Физическая адсорбция и хемосорбция. Изотермы адсорбции. Теплота адсорбции и ее зависимость от степени заполнения поверхности. Простейшие типы адсорбционных слоев (Лэнгмюра, Брунауэра-Эммета-Теллера, Фрейндлиха). Неоднородность поверхности. Адсорбционные методы измерения поверхности катализатора и концентрации каталитически-активных центров. ИК- и УФ-спектроскопия в адсорбции и катализе. Пористая структура катализаторов, способы ее формирования и методы исследования. Ртутная порометрия. Степень использования поверхности пор катализатора. Оптимальная структура пор катализатора.

Типы гетерогенных катализаторов. Металлы и сплавы как катализаторы. Корреляция между каталитической активностью металлов и степенью участия d-электронов в образовании металлических связей. Локальные и коллективные электронные взаимодействия при хемосорбции и катализе на металлах и сплавах. Роль комплексов в катализе на металлах и сплавах. Скелетные катализаторы. Металлические катализаторы на носителях. Мембранные катализаторы. Зависимость каталитических свойств металлов от дисперсности частиц металла и от предварительной термообработки. Каталитические наноматериалы.

Катализ оксидами переходных металлов. Электронная трактовка хемосорбции и катализа на полупроводниках. Связь каталитической активности с положением уровня Ферми.

Гетерогенные катализаторы кислотной природы. Роль брэнстедовских и льюисовских кислотных центров в хемосорбции и катализе на оксидах алюминия, кремния и алюмосиликатах. Модифицированные и смешанные оксидные катализаторы. Цеолитные катализаторы, связь их активности с типом цеолита, наличием гидроксильных групп, природой и концентрацией введенных в цеолит ионов. Молекулярно-ситовые свойства цеолитных катализаторов.

Области протекания гетерогенно-каталитических реакций, их признаки и методы экспериментального подтверждения. Кинетическая область гетерогенного катализа. Уравнение Лэнгмюра-Хиншельвуда. Кинетика реакций при сравнимых скоростях адсорбции и химической реакции на поверхности. Адсорбционная область катализа на однородной и неоднородной поверхности. Кинетика реакции при сравнимой скорости адсорбции и химической реакции на поверхности. Внешнедиффузионная и переходные с ней области катализа, кинетика реакций. Устойчивость внешнедиффузионной и переходной областей экзотермической гетерогенно-каталитической реакции. Внутридиффузионная и переходные с ней области гетерогенного катализа, кинетика, фактор эффективности, модуль Тиле. Область протекания и селективность гетерогенно-каталитических реакций.

Методы приготовления гетерогенных катализаторов: осаждение, пропитка, кристаллизация, золь-гель метод, механохимический метод. Термическая обработка катализаторов. Закономерности формирования фазового состава и текстуры при термическом разложении солей и гидроксидов. Спекание пористых тел. Полиморфные превращения. Твердофазные реакции. Приготовление гетерогенизированных систем. Факторы, определяющие дисперсность активного компонента. Молекулярный дизайн в катализе.

Поиск каталитических систем и методы исследования кинетики и селективности каталитических реакций, стабильности катализаторов и механизма катализа. Исследование кинетики гетерогенно-каталитических реакций в периодических, проточных и проточно-циркуляционных реакторах, обработка экспериментальных данных. Микрокаталитические реакторы. Комбинаторные методы в катализе, компьютерный поиск и банки данных. Спектральные и дифракционные методы *in-situ* в исследовании каталитических реакций. Изотопные методы в исследовании механизма катализа. Кинетический изотопный эффект. Изотопно-меченные соединения. Квантово-химические методы в катализе. Зонные и кластерные модели поверхности. Квантово-химические расчеты взаимодействия простых молекул с каталитическими центрами.

5. Основные промышленные каталитические процессы

Получение водорода и синтез-газа каталитической конверсией углеводородов. Синтез аммиака и метанола, синтез Фишера-Тропша. Гидрирование и дегидрирование органических соединений.

Окисление неорганических соединений. Получение серной и азотной кислот. Каталитические процессы окисления органических веществ, окислительный аммонолиз.

Каталитические процессы в нефтепереработке. Каталитический крекинг, гидрокрекинг, риформинг, гидроочистка. Изомеризация и алкилирование.

Гомогенно-каталитические промышленные процессы с использованием кислотных, электрофильных и металлокомплексных катализаторов.

Промышленное применение ферментов.

Экологический катализ. Природоохранные каталитические технологии.

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Байрамов, В.М. Основы химической кинетики и катализа : учеб. пособие для хим. фак. ун-тов по спец. 011000 "Химия" и напр. 510500 "Химия" / В.М. Байрамов; под ред. В.В. Лунина. - Москва : Академия, 2003. - 252 с. - (Высшее образование). - Библиогр. : с. 242 - 243. - ISBN 5-7695-1297-0 : 114 р. - (ID=15644-18)
2. Бремер, Г. Введение в гетерогенный катализ : пер. с нем. / Г. Бремер, К.П. Вендлант. - Москва : Мир, 1981. - 160 с. : ил. - (ID=55017-0)
3. Джемилев, У.М. Металлокомплексный катализ в органическом синтезе. Алициклические соединения / У.М. Джемилев, Н.Р. Поподько, Е.В. Козлова; Акад. наук республики Башкортостан ; под ред. У.М. Джемилева ; Уфимский науч. центр РАН. - Москва : Химия, 1999. - 648 с. : ил. - Библиогр. в тексте. - ISBN 5-7245-0987-3 : 465 р. - (ID=9751-1)
4. Крылов, О.В. Гетерогенный катализ : учеб. пособие для вузов : в составе учебно-методического комплекса / О.В. Крылов. - Москва : Академкнига, 2004. - 679 с. - (Классический университетский учебник XXI века) (УМК-У). - Библиогр. : с. 665 - 668. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-94628-141-0 : 370 р. 50 к. - (ID=22587-1)
5. Мастерс, К. Гомогенный катализ переходными металлами : пер. с англ. / К. Мастерс. - Москва : Мир, 1983. - 300 с. : ил. - (ID=55034-2)
6. Панченков, Г.М. Химическая кинетика и катализ : учеб. пособие для хим. и хим.-технол. спец. вузов / Г.М. Панченков, В.П. Лебедев. - 3-е изд. ; доп. и испр. - Москва : Химия, 1985. - 590 с. : ил. - Текст : непосредственный. - 1 р. 70 к. - (ID=54837-25)
7. Сеттерфилд, Ч.Н. Практический курс гетерогенного катализа : пер. с англ. / Ч.Н. Сеттерфилд. - Москва : Мир, 1984. - 520 с. : ил. - (ID=55045-2)
8. Темкин, О.Н. Гомогенный металлокомплексный катализ. Кинетические аспекты : в составе учебно-методического комплекса / О.Н. Темкин. - Москва : Академкнига, 2008. - 918 с. - (УМК-У). - Списки лит. в конце гл. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-94628-336-6 : 400 р. - (ID=75186-1)
9. Чоркендорф, И. Современный катализ и химическая кинетика : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / И. Чоркендорф, Х. Наймантсведрайт; пер. с англ. В.И. Ролдугина. - Долгопрудный : Интеллект, 2013. - 503 с. - (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-91559-153-9 : 1540 р. 15 к. - (ID=105361-1)

Дополнительная литература

1. Байрамов, В.М. Химическая кинетика и катализ : примеры и задачи с решениями : учеб. пособие для хим. фак. ун-тов / В.М. Байрамов. - Москва : Академия, 2003. - 320 с. - (Высшее образование). - Библиогр. : с. 318. - ISBN 5-7695-1293-8 : 380 р. - (ID=15643-3)
2. Вебер, В. Межфазный катализ в органическом синтезе : пер. с англ. / В. Вебер, Г. Гокель; под ред. И.П. Белецкой. - Москва : Мир, 1980. - 327 с. : ил. - (ID=53584-1)
3. Джемилев, У.М. Металлокомплексный катализ в химии диенов : монография / У.М. Джемилев, Г.А. Толстиков, Р.И. Хуснутдинов. - М. : Наука, 2013. - 749 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-02-038046-2 : 600 р. - (ID=102214-1)
4. Из истории катализа : люди, события, шк. / под общ. ред. В.Д. Кальнера. - Москва : Калвис, 2005. - 562 с. - Библиогр. в конце ст. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-89530-003-0 : 330 р. - (ID=58979-3)
5. Иоффе, И.И. Гетерогенный катализ : физ.-хим. основы / И.И. Иоффе, В.А. Решетов, А.М. Добротворский. - Л. : Химия, 1985. - 224 с. : ил. - (ID=55023-3)
6. Матвеева, В.Г. Современные металлополимерные катализаторы : монография : в составе учебно-методического комплекса / В.Г. Матвеева, Э.М. Сульман; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2001. - 93 с. : ил. - (УМК-У). - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7995-0168-3 : 44 р. - (ID=7480-10)

7. Методы исследования катализаторов : пер. с англ. / Д. Томас [и др.]. - Москва : Мир, 1983. - 302 с. : ил. - (ID=54969-1)
8. Миначев, Х.М. Избранные труды: гетерогенный катализ, нефтехимия, каталитический органический синтез / Х.М. Миначев; ред.-сост. Н.Я. Усачев. - М. : URSS, 2011. - 844 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-397-01489-2 : 1079 p. - (ID=101515-1)
9. Накамура, А. Принципы и применения гомогенного катализа : пер. с англ. / А. Накамура, М. Цуцуи. - Москва : Мир, 1983. - 229 с. : ил. - (ID=55035-1)
10. Полимерные реагенты и катализаторы : пер. с англ. / В.Т. Форд [и др.]. - Москва : Химия, 1991. - 249 с. : ил. - (ID=54982-2)
11. Помогайло, А.Д. Катализ иммобилизованными комплексами / А.Д. Помогайло; АН СССР, Ин-т хим. физики им. Н.Н. Семенова. - Москва : Наука, 1991. - 447 с. : ил. - (ID=55038-1)
12. Промышленный катализ в лекциях : [сборник]. Вып. 1 : Катализ. Введение в основные понятия / В.А. Лихободов. Введение в физическую химию формирования текстуры гетерогенных катализаторов. Ч. 1 / В.Б.Фенелонов, В.Н. Пармон. Научные основы приготовления катализаторов / Н.А. Пахамов / под общ. ред. А.С. Носкова. - Москва : Калвис, 2005. - 131 с. - (Коллекция издательства). - Библиогр. в конце лекций. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-89530-004-9 : 130 p. - (ID=58977-2)
13. Промышленный катализ в лекциях : [сборник]. Вып. 2 : Введение в физическую химию формирования текстуры гетерогенных катализаторов. Кн. 2 / Б.В. Фенелонов, В.А. Пармон. Нанесенные металлические катализаторы / В.А. Семиколенов / под общ. ред. А.С. Носкова. - Москва : Калвис, 2005. - 115 с. - (Коллекция издательства). - Библиогр. в конце лекций. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-89530-004-9 : 130 p. - (ID=58978-2)
14. Промышленный катализ в лекциях : [сборник]. Вып. 3 : Катализ и физико-химические методы / В.И. Бухтияров. Экспериментальные методы изучения катализаторов и сорбентов / Н.Н. Бобров. Адсорбционные методы измерения общей и парциальной поверхности гетерогенных катализаторов и носителей (современное состояние и тенденции развития) / Ф.Б. Фенелонов, В.Н. Пармон / под общ. ред. А.С. Носкова. - Москва : Калвис, 2006. - 119 с. - (Коллекция издательства). - Библиогр. в конце статей. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-89530-004-9 : 130 p. - (ID=59374-4)
15. Промышленный катализ в лекциях : [сборник]. Вып. 4 : Экспрессная газовая хроматография и ее возможности в катализе / В.Н. Сидельников. Промышленные каталитические реакторы и их особенности / А.С. Носков. Макрокинетические модели сложных реакций / А. Ермаков / под общ. ред. А.С. Носкова. - Москва : Калвис, 2006. - 115 с. - (Коллекция издательства). - Библиогр. : с. 112 - 114. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-89530-004-9 : 130 p. - (ID=60033-1)
16. Промышленный катализ в лекциях : [сборник]. Вып. 5 : Основные каталитические процессы переработки нефти / под общ. ред. А.С. Носкова ; авт. вып.: В.М. Капустин, Е.А. Чернышева. - Москва : Калвис, 2006. - 116 с. : ил. - (Коллекция издательства). - Библиогр. в конце лекций. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-89530-009-X (В. 5) : 130 p. - (ID=61619-1)
17. Промышленный катализ в лекциях : [сборник]. Вып. 6 : Новые перспективные методы производства и использования водорода/ П.В. Снытников, В.А. Собянин. Современное состояние и перспективы развития процессов дегидрирования/ Н.А. Пахамов / под общ. ред. А.С. Носкова. - М. : Калвис, 2006. - 99 с. : ил. - (Коллекция издательства). - Библиогр. в конце лекций. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-89530-004-9 : 130 p. - (ID=62184-5)
18. Промышленный катализ в лекциях : [сборник]. Вып. 7 : Углеродные материалы и их физико-химические свойства / под общ. ред. А.С. Носкова ; авт. вып.: А.В. Романенко, П.А. Симонов. - М. : Калвис, 2007. - 110 с. : ил. - (Коллекция издательства). - Библиогр. в конце лекций. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-89530-004-9 : 130 p. - (ID=66442-2)

19. Промышленный катализ в лекциях : [сборник]. Вып. 8 : Оксид алюминия: применение, способы получения, структура и кислотно-основные свойства / А.С. Иванова. Короткоцикловая безнагревная адсорбция / М.С. Мельгунов / под общ. ред. А.С. Носкова. - М. : Калвис, 2009. - 109 с. : ил. - (Коллекция Издательства). - Библиогр. в конце лекций. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-89530-018-3 (В. 8) : 130 р. - (ID=78207-1)

20. Томас, Дж. Гетерогенный катализ : пер. с англ. / Д. Томас, У. Томас. - Москва : Мир, 1969. - 452 с. : ил. - (ID=55046-3)

21. Фенелонов, В.Б. Введение в физическую химию формирования супрамолекулярной структуры адсорбентов и катализаторов / В.Б. Фенелонов; РАН, Сиб. отд-ние, Ин-т катализа им. Г.К. Борескова; отв. ред. В.Н. Пармон. - Новосибирск : СО РАН, 2002. - 414 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7692-0562-8 : 65 р. - (ID=15992-2)

22. Яблонский, Г.С. Кинетика модельных реакций гетерогенного катализа / Г.С. Яблонский, В.И. Быков, В.И. Елохин; отв. ред. А.А. Иванов; АН СССР, Сиб. отд-ние, Ин-т катализа. - Новосибирск : Наука, 1984. - 223 с. : ил. - (ID=55048-1)

23. Яблонский, Г.С. Кинетические модели каталитических реакций / Г.С. Яблонский, В.И. Быков, А.М. Горбонь; отв. ред. А.А. Иванов. - Новосибирск : Наука, 1983. - 253 с. : ил. - (ID=55049-1)

Программное и коммуникационное обеспечение

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

[http://lib.tstu.tver.mindex.php/obr-res:](http://lib.tstu.tver.mindex.php/obr-res)

ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/security/register>

ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <http://www.biblioclub.ru/>

ЭБС «IPRBooks»: <http://www.iprbookshop.ru/>

Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <http://urait.ru/>

Научная электронная библиотека eLIBRARY:
[http://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp?](http://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp)

Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНиПы и др.). Диск 1, 2, 3, 4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. - (105501-1)

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/122118>

Периодические издания

1. Вестник Московского университета. Сер. 2. Химия : журнал. Химия. - Внешний сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://www.chem.msu.su/rus/vmgu/>. - (ID=77578-6)

2. Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология : журнал. - Внешний сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://main.isuct.ru/ru/journal/>. - URL: https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7726. - (ID=77642-12)

3. Известия РАН. Серия Химическая : журнал. - Внешний сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://www.russchembull.ru/rus/>. - (ID=77647-30)

4. Катализ в промышленности : журнал. - Внешний сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://www.kalvis.ru/>. - URL: https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7328. - (ID=77667-6)

5. Кинетика и катализ : журнал. - Внешний сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7848. - (ID=77668-6)
6. Наноматериалы и наноструктуры : журнал. - Внешний сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - 735-00. - URL: <http://www.radiotec.ru/catalog.php?cat=jr18>. - (ID=80780-16)
7. Успехи химии : журнал. - Внешний сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - 1200-00. - URL: <http://www.uspkhim.ru/>. - (ID=77900-36)

Форма проведения вступительного испытания и критерии оценки

Вступительное испытание по специальной дисциплине проводится в письменной или устной форме, с сочетанием указанных форм, или в иных формах, определяемых ТвГТУ (по билетам, в форме собеседования по вопросам, перечень которых доводится до сведения поступающих путем публикации на официальном сайте).

Уровень знаний оценивается экзаменационной комиссией утверждённой по соответствующему направлению (профилю) программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по 5-балльной шкале (2 балла – «неудовлетворительно», 3 балла – «удовлетворительно», 4 балла – «хорошо», 5 баллов – «отлично»). Результаты проведения вступительного испытания оформляются протоколом, в котором фиксируются вопросы экзаменаторов к поступающему.

Оценка на вступительном испытании экзаменационной комиссией:

- 5 баллов - «отлично», если поступающий в аспирантуру показал глубокие знания по всем поставленным вопросам, грамотно и логично их излагает;

- 4 балла - «хорошо», если поступающий в аспирантуру твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответах на поставленные вопросы, представил ответы не в полном объеме (не менее 75%), либо в полном объеме, но с несущественными погрешностями и ошибками;

- 3 балла - «удовлетворительно», если поступающий в аспирантуру показывает знания только основных положений по поставленным вопросам, требует в отдельных случаях наводящих вопросов членов экзаменационной комиссии для принятия правильного решения, допускает отдельные неточности; представил ответы не в полном объеме (не менее 50%) либо в полном объеме, но с существенными погрешностями и ошибками;

- 2 балла - «неудовлетворительно», если поступающий в аспирантуру допускает грубые ошибки в ответах на поставленные вопросы; представил ответы не в полном объеме (менее 50%).

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

вступительного испытания для поступающих на обучение по программам подготовки
научно-педагогических кадров в аспирантуре
по научной специальности 1.4.14 Кинетика и катализ

1. Механизм кислотного и электрофильного катализа нуклеофильных и электрофильных реакций замещения, отщепления и присоединения.
2. Пористая структура катализаторов, способы ее формирования и методы исследования. Степень использования поверхности пор катализатора. Оптимальная структура пор катализатора.
3. Влияние растворителя на скорость элементарной химической реакции в растворе. Электростатическая и специфическая сольватация.