

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт неорганической химии им. А.В. Николаева
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИНХ СО РАН)**

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИНХ СО РАН, чл.-к. РАН


_____ (В.П. Федин)

« » _____ 2017 г.

ПРОГРАММА

ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

**Для аспирантов, проходивших обучение по направлению 04.06.01 – Химические науки в
аспирантуре**

1. Цель и задачи Государственной итоговой аттестации.

Государственная итоговая аттестация осуществляется с целью обеспечения требуемого высокого уровня активного усвоения содержания дисциплин учебного плана и подготовленности выпускника аспирантуры на основе полученных знаний, приобретенных навыков и умений, степени подготовленности к решению в будущей практической деятельности профессиональных задач, а также достижения качества его подготовки требованиям, установленным в ФГОС ВО по направлению подготовки 04.06.01 «химические науки» и направленностям «неорганическая химия», «аналитическая химия», «физическая химия». Задачами проведения итоговой государственной аттестации заканчивающего цикл обучения аспиранта в аспирантуре являются установление и оценивание достигнутого уровня соответствия знаний, умений, профессиональных навыков, компетенций и способностей компетентного ориентирования, приобретенных аспирантом за время обучения в аспирантуре. Аттестация включает защиту научно-квалификационной работы (диссертации) и экзамен.

2. Общие требования.

Выпускник, освоивший программу аспирантуры, должен обладать следующими универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями:

- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).
- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- готовностью организовать работу исследовательского коллектива в области химии и смежных наук (ОПК-2);

- готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-3).
- знать основные подходы к синтезу и исследованию различных классов неорганических соединений (ПК-1);
- знать особенности и возможности современных инструментальных методов анализа (ПК-2);
- знать основы химической термодинамики и кинетики химических реакций (ПК-3).
- уметь грамотно планировать эксперимент и достоверно интерпретировать полученные результаты (ПК-4);
- уметь подбирать аналитический метод в соответствии с задачей исследования и с учетом его характеристик (ПК-5);
- уметь проводить физико-химический эксперимент по предложенной и/или по самостоятельно разработанным методикам (ПК-6).
- владеть методическими подходами к постановке и решению синтетических задач, современными аналитическими навыками, теорией и навыками практического использования физических методов исследования неорганических веществ (ПК-7).

3. Требования к выпускнику.

Государственный экзамен имеет целью оценивание уровня освоения образовательной программы подготовки аспиранта, профессиональных навыков, умений и способностей компетентностного ориентирования выпускника. Основной задачей образовательной программы подготовки аспиранта по направлению 04 06 01 «Химические науки» является значительное повышение потенциала и научного уровня/ К экзамену допускаются аспиранты, полностью выполнившие учебный план предыдущих семестров и успешно сдавшие все предусмотренные планом экзамены и зачеты.

4. Порядок проведения Государственного экзамена.

- Начало экзамена согласно заранее вывешенному расписанию.
- Экзамен проводится в устной форме.
- Экзаменационный билет включает 3 вопроса.
- На подготовку к ответу аспиранту дается не менее 30 минут.
- Все члены экзаменационной комиссии слушают ответ экзаменуемого и оценивают его знания. Решение об итоговой оценке знаний аспиранта принимается комиссией на закрытом заседании открытым голосованием большинством голосов членов комиссии, участвующих в голосовании. При определении оценки принимается во внимание уровень теоретической и практической подготовки выпускника. При равном числе голосов решающим является голос председателя.

- Результаты государственного экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».
- Результаты сдачи экзамена объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протоколов заседаний экзаменационных комиссий.

5. Требования к выпускной научно-квалификационной работе.

Выпускная работа должна быть научно-квалификационной работой, в которой описываются постановка одной или нескольких научных задач из области неорганической, аналитической или физической химии, приводится их формализованное представление, обзор научной литературы, содержится описание процедуры решения задачи и совокупностей полученных. Научно-квалификационная работа должна обладать внутренним единством, содержать результаты, которые могут быть признаны, как новые, и свидетельствовать об активном освоении содержания дисциплин аспирантской программы. Научно-квалификационная работа должна содержать элементы научной новизны. Основные результаты, содержащиеся в ней, должны быть апробированы на научно-практических конференциях регионального, всероссийского и международного уровней. Результаты исследований аспиранта должны быть опубликованы не менее чем в двух рецензируемых изданиях. К публикациям приравниваются патенты на изобретения, патенты (свидетельства) на полезную модель, патенты на промышленный образец. Наличие публикаций является обязательным, число и уровень публикаций учитываются при выставке экзаменационной оценки.

6. Требования к оформлению и представлению выпускной квалификационной работы.

Выпускная квалификационная работа должна быть представлена в форме научного доклада, она должна быть структурирована и оформлена максимально близко к форме докладов на защитах диссертаций на соискание ученой степени кандидата химических наук. Продолжительность доклада не должна превышать 15 минут.

Публичная защита выпускной квалификационной работы должна носить характер обсуждения и проходить в обстановке требовательности, принципиальности и соблюдения научной этики, при этом анализу должны подвергаться в первую очередь достоверность и обоснованность всех выводов и рекомендаций научного и практического характера, содержащихся в работе.

7 Порядок защиты выпускной квалификационной работы.

Защита выпускных квалификационных работ проходит публично, на открытом заседании аттестационной комиссии по графику, утвержденному руководителем организации.

Процедура защиты включает следующие стадии:

1. Доклад аспиранта в форме презентации.
2. Ответы на вопросы председателя, членов комиссии и других присутствующих.
3. Оглашение отзыва семинара отдела Института, на котором представлялась работа. Отзыв должен содержать оценку уровня научной работы и навыков (компетенций) аспиранта в исследовательской деятельности.
4. Оглашение отзыва руководителя на выпускную квалификационную работу. Отзыв должен содержать характеристику личных и профессиональных качества аспиранта.
5. Открытая дискуссия по докладу аспиранта и по отзывам.

После публичного заслушивания проводится закрытое (для посторонних) заседание аттестационной комиссии. На закрытом заседании комиссии обсуждаются результаты защиты, выносятся согласованная оценка по защите: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Оценка выносится простым большинством голосов членов комиссии, участвующих в заседании (при равенстве голосов решающим является голос председателя). По окончании закрытого заседания возобновляется публичное открытое заседание комиссии. Председатель кратко подводит итоги, объявляет оценки по защищенным на данном заседании выпускным работам и другие результаты.

Оценка «отлично» выставляется аспиранту, который:

- прочно усвоил предусмотренный программный материал;
- правильно, аргументированно ответил на все вопросы, с приведением примеров;
- показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой и т. д. Обязательным условием выставленной оценки является правильная речь в быстром или умеренном темпе.

Правильное, но неполное раскрытие темы означает оценки «хорошо» или «удовлетворительно».

Оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, работа которого недостаточна по содержанию и объему, не может свидетельствовать о способности выполнять научные исследования, в ответах на дополнительные вопросы и замечания аспирант допустил существенные ошибки или не смог на них ответить.

Решения о работе комиссии оформляются протоколами установленной формы, в которых фиксируются заданные каждому аспиранту вопросы, даются оценки выпускным квалификационным работам.

8. Фонд оценочных средств.

ВОПРОСЫ ПО НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

1. Основные представления о строении атома. Квантовые числа. Атомные орбитали (*s*-, *p*-, *d*- и *f*-). Принцип Паули. Правило Хунда.
2. Современная формулировка периодического закона и структура периодической системы. Закономерности изменения фундаментальных характеристик атомов: атомных и ионных радиусов, потенциала ионизации, энергии сродства к электрону и электроотрицательности.
3. Основные типы химической связи. Основные характеристики химической связи: длина, энергия, полярность, кратность.
5. Основные понятия координационной теории. Типы комплексных соединений по классификации лигандов, заряду координационной сферы, числу центральных атомов.
6. Энергия Гиббса. Направление химических процессов. Константа равновесия. Изотерма химической реакции. Правило фаз Гиббса.
7. Скорость химической реакции, ее зависимость от концентрации реагентов. Порядок реакции. Уравнение Аррениуса. Закон действующих масс.
8. Теория электролитической диссоциации. Ионное произведение воды. Водородный показатель pH , шкала pH . Кислоты и основания.
9. Сильные и слабые электролиты. Зависимость степени электролитической диссоциации от концентрации. Произведение растворимости.
10. Сопряженные окислительно-восстановительные пары. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Направление окислительно-восстановительных реакций.
11. Особенности электронной конфигурации, характерные степени окисления и свойства *s*-элементов. Водород. Методы получения водорода. Физико-химические свойства водорода.
12. Характерные степени окисления *p*-элементов. Металлы, неметаллы, металлоиды среди *p*-элементов.
13. Общая характеристика аллотропных модификаций углерода. Алмаз. Графит. Нанотрубки. Фуллерены.
14. Кислородные соединения азота и серы. Азотная кислота и нитраты. Получение и свойства серной кислоты.
15. Общая характеристика галогенов. Окислительные свойства. Галогеноводороды. Применение галогенов и их соединений.
16. Электронное строение и основные степени окисления *d*-элементов. Закономерности изменения свойств *d*-металлов по группам и периодам.
17. Общая характеристика металлов IV группы. Бинарные соединения (оксиды, галогениды). Применение титана, циркония и гафния и их соединений.

18. Общая характеристика металлов V группы. Оксиды и галогениды. Ванадаты, ниобаты и танталаты. Применение ванадия, ниобия и тантала и их соединений/
19. Общая характеристика металлов VI группы. Сравнение свойств хромовой, молибденовой и вольфрамовой кислот и их солей. Применение хрома, молибдена и вольфрама и их соединений.
20. Кислородные соединения марганца и их окислительно-восстановительные свойства. Применение марганца и рения.
21. Промышленное получение железа. Получение соединений железа, кобальта и никеля в высших степенях окисления. Коррозия железа и борьба с ней.
22. Платиновые металлы. Способы «вскрытия» платиновых металлов. Оксиды и галогениды платиновых соединений. Применение платиновых металлов.
23. Общая характеристика металлов XI группы. Примеры комплексных соединений: способы получения и свойства. Применение меди, серебра и золота.
24. Особенности подгруппы цинка в качестве промежуточной между переходными и непременными металлами. Особенности соединений ртути в степени окисления +1. Применение цинка, кадмия и ртути.
25. Общая характеристика *f*-элементов. Лантанидное и актиноидное сжатие. Сходство и различие лантаноидов и актиноидов. Особенности химии церия и европия.

ВОПРОСЫ ПО АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

1. Основные характеристики методов определения: чувствительность, предел обнаружения, воспроизводимость, селективность.
2. Виды химического анализа: изотопный, атомный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, фазовый.
3. Количественные характеристики равновесий: константа равновесия, степень образования компонента. Расчет равновесных концентраций компонентов. Буферные системы.
4. Методы измерения потенциалов. Типы ионселективных электродов и их характеристики. Примеры аналитического использования электрохимических методов анализа.
5. Методы определения состава комплексных соединений и расчета констант устойчивости. Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе.
6. Достоинства и ограничения гравиметрического метода анализа. Требования, предъявляемые к осадкам. Важнейшие неорганические и органические осадители.
7. Сущность классификация методов титрования. Кривые титрования. Первичные стандартные растворы. Индикаторы.
8. Спектрофотометрия в видимой и УФ-области. Способы определения концентрации веществ. Идентификация и определение элементов по атомным спектрам.

9. Классификация и сравнительная характеристика методов рентгеновской спектроскопии. Типы рентгеновских спектрометров. Практическое применение.
10. Виды люминесценции. Основные закономерности молекулярной люминесценции. Качественный и количественный анализ.
11. ИК- и рамановская (комбинационного рассеяния) спектроскопия. Колебательные и вращательные спектры. Качественный и количественный анализ.
12. Способы качественного и количественного масс-спектрального анализа. Хромато-масс-спектрометрия.
13. Радиоспектроскопия: общие принципы методов ЭПР и ЯМР. Применение для идентификации соединений и количественного анализа.
14. Основные понятия хроматографии. Классификация хроматографических методов. Способы осуществления хроматографического процесса.
15. Сущность метода газовой хроматографии. Примеры используемых адсорбентов. Влияние температуры на удерживание и разделение. Примеры применения метода.
16. Высокоэффективная капиллярная газовая хроматография. Применение для идентификации веществ, для анализа сложных смесей, объектов окружающей среды.
17. Сущность метода жидкостной хроматографии. Влияние природы и состава элюента на эффективность разделения. Детекторы.
18. Ионообменная хроматография. Неорганические и органические ионообменники и их свойства. Примеры применения.
19. Сущность метода и области применения тонкослойной хроматографии. Качественная и пре-противная хроматография.
20. Экстракционные методы в аналитической химии. Основные количественные характеристики. Классификация экстракционных процессов. Классы экстрагентов.
21. Классификация Сорбционных методов по механизму взаимодействия вещества с сорбентом. Типы сорбентов.
22. Дифракционные методы исследования в неорганической химии: рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализы.
23. Систематические и случайные погрешности погрешности в анализе. Воспроизводимость. Законы сложения погрешностей.
24. Статистические критерии в анализе: математическое ожидание (генеральное среднее), дисперсия, стандартное отклонение. Доверительная вероятность и доверительный интервал.
25. Применение регрессионного анализа для построения градуировочных зависимостей. Нахождение содержания вещества и статистическая оценка результата.

ВОПРОСЫ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ

1. Структурная формула молекулы. Изомерия. Конформации молекул. Связь строения и свойств молекул.
2. Колебания и вращение молекул. Частоты основных колебательных переходов. Вращательные уровни энергии.
3. Интерпретация строения молекул на основе орбитальных моделей. Метод МО ЛКАО. Гибридизация.
4. Дипольный момент и поляризуемость молекул. Магнитный момент и магнитная восприимчивость. Эффекты Штарка и Зеемана.
5. Межмолекулярные взаимодействия – ориентационные, индукционные и дисперсионные. Водородная связь, ее природа.
6. Идеальные кристаллы. Кристаллическая решетка и кристаллическая структура. Типы дефектов в реальных кристаллах.
7. Симметрия кристаллов. Типы решеток, типы сингонии. Понятие о пространственных группах кристаллов. Индексы кристаллографических граней.
8. Основные понятия зонной теории. Уровень Ферми. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Различные типы проводимости.
9. Первый закон термодинамики. Теплота, работа, внутренняя энергия, энтальпия, теплоемкость. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры.
10. Второй закон термодинамики. Энтропия и ее изменения в обратимых и необратимых процессах. Термодинамическая вероятность и ее связь с энтропией. Различные шкалы температур.
11. Химическое равновесие. Закон действующих масс. Различные виды констант равновесия и связь между ними. Уравнения изобары и изохоры химической реакции.
12. Идеальные растворы. Способы выражения состава растворов. Давление насыщенного пара жидких растворов, закон Рауля.
13. Изменение температуры замерзания растворов, криоскопия. Осмотические явления.
14. Гетерогенные системы. Понятия компонента, фазы, степени свободы. Правило фаз Гиббса.
15. Однокомпонентные системы. Диаграмма состояния воды. Фазовые переходы первого рода.
16. Двухкомпонентные системы. Равновесие жидкость – пар в двухкомпонентных системах. Азеотропные смеси.
17. Адсорбция: адсорбент, адсорбат, адсорбтив. Виды адсорбции. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция.
18. Классификация пористых материалов. Типы изотерм адсорбции.
19. Термодинамика гальванического элемента. Электродвижущая сила, ее выражение через энергию Гиббса реакции в элементе. Понятие электродного потенциала и уравнение Нернста.

20. Химические источники тока, их виды. Электрохимическая коррозия. Методы защиты от коррозии.
21. Основные понятия химической кинетики. Простые и сложные реакции, молекулярность и скорость простой реакции. Константа скорости и порядок реакции.
22. Кинетические уравнения для реакций нулевого, первого и второго порядков. Квазистационарное и квазиравновесное приближения.
23. Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации и способы ее определения.
24. Классификация каталитических реакций и катализаторов. Кислотно-основной катализ. Функции кислотности Гаммета.
25. Гетерогенный катализ. Роль адсорбции в кинетике гетерогенных каталитических реакций. Основные промышленные каталитические процессы.

ВОПРОСЫ ПО ПЕДАГОГИКЕ

1. Психологические типы личности преподавателя. Психологические аспекты отношений: преподаватель – студент. Авторитет преподавателя.
2. Опыт ведущих стран мира в организации многоступенчатой системы высшего образования. Особенности химического образования США в высшей школе. Болонский.
3. Преимущества и недостатки многоступенчатой системы обучения. Понятия о специальностях и направлениях. Государственный стандарт по направлению «Химия».
4. Структура высшего учебного заведения. Организация учебного процесса в вузе. Методическая и учебная работа на кафедре.
5. Организационные формы учебного процесса в вузе и их особенности. Планирование учебного процесса. Рабочие планы и учебные планы.
6. Особенности методики подготовки преподавателя к проведению лабораторных, семинарских и лекционных занятий. Правила техники безопасности.
7. Методы контроля и оценки знаний студентов. Коллоквиум, контрольная работа, зачет, экзамен. Тестирование – методы, цели и задачи
8. Анализ учебных программ по химическим дисциплинам на примере учебных программ ФЕН НГУ. Рейтинговая система.
9. Разработка учебной и учебно-методической литературы. Цели и задачи. Классификация. Основные разделы. Требования к содержанию и оформлению.
10. Химия как общеобразовательная дисциплина в нехимических вузах. Требования к знаниям и умениям по химии при подготовке студентов физических, медицинских, технологических и других специальностей и направлений.

9. Критерии оценки знаний аспиранта.

Результаты государственного экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Для оценки "отлично" необходимо:

- продемонстрировать твердые знания материала по основным учебным модулям,
- продемонстрировать компетенции, освоенные в рамках указанных модулей по направлению подготовки,
- дать правильные полные ответы на все вопросы.

Для оценки "хорошо" необходимо:

- продемонстрировать достаточно твердые знания материала по основным учебным модулям,
- показать компетенции, освоенные в рамках указанных модулей по направлению подготовки,
- дать правильные полные ответы на большинство вопросов, не допустив грубых ошибок, при ответах на половину вопросов.

Для оценки "удовлетворительно" необходимо:

- продемонстрировать недостаточно твердые знания материала в области исследования,
- показать компетенции, освоенные в рамках указанных модулей по направлению подготовки,
- дать частично правильные полные ответы на вопросы, возможно, с грубыми ошибками при ответах на некоторые вопросы.

Оценка "неудовлетворительно" ставится при условии:

- не дано ответа или даны неправильные ответы на большинство вопросов,
- допущены грубые ошибки при ответе на большинство вопросов,
- если компетенции не сформированы полностью или частично.
- если аспирант имеет существенные пробелы по отдельным теоретическим разделам специальной дисциплины и не владеет основными умениями и навыками.