

Федеральное агентство научных организаций

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ РЕДКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И МИНЕРАЛЬНОГО
СЫРЬЯ ИМ. И.В. ТАНАНАЕВА КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИХТРЭМС КНЦ РАН)

Аспирантура



УТВЕРЖДАЮ

Вр.и.о. директора института, к.т.н.

В.Т.Калинников

«24» октября 2014 г.

Протокол Ученого совета

№ 7 от «23» октября 2014 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
Государственной итоговой аттестации**

подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
по направлению подготовки высшей квалификации
18.06.01 Химическая технология
(профиль направления 05.17.01 – Технология неорганических веществ)

Уровень – подготовка кадров высшей квалификации.
Квалификация выпускника –
Исследователь. Преподаватель-исследователь.
Форма обучения – очная.
Срок освоения – 4 года.

Апатиты, 2014 г.

1. К государственной итоговой аттестации допускаются лица, освоившие в полном объеме программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации 18.06.01 Химическая технология (профиль направления 05.17.01 – Технология неорганических веществ).

2. Критерии оценочные критерии государственного экзамена.

Экзаменационный билет включает 3 вопроса, из них 2 вопроса по дисциплине кандидатского экзамена и один вопрос по дисциплине по выбору в зависимости от того, какую дисциплину по выбору изучал аспирант. Билеты формирует аттестационная комиссия в зависимости от того, какую дисциплину по выбору изучал аспирант.

При определении оценки принимается во внимание уровень теоретической и практической подготовки выпускника. Результаты государственного экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»:

«отлично»- минимум 3 вопроса билета имеют полные ответы. Содержание ответов свидетельствует об отличных знаниях выпускника и о его умении решать профессиональные задачи, соответствующие его будущей квалификации;

«хорошо» - минимум 2 вопроса билета имеют полные ответы. Содержание ответов свидетельствует о хороших знаниях выпускника и о его умении решать профессиональные задачи, соответствующие его будущей квалификации;

«удовлетворительно» - минимум 1 вопрос билета имеет полный и правильный ответ. Содержание ответов свидетельствует о недостаточных, но удовлетворительных знаниях выпускника и о его ограниченном умении решать профессиональные задачи;

«неудовлетворительно» - три вопроса билета не имеют ответа. Содержание ответов свидетельствует об отсутствии знаний выпускника и о его неумении решать профессиональные задачи. Получение оценки «неудовлетворительно» на итоговом экзамене не лишает аспиранта права на продолжение обучения, и сдавать экзамен повторно.

3.Перечень вопросов Государственного экзамена

3.1.Вопросы по дисциплине кандидатского экзамена «Технология неорганических веществ»

1. Термодинамика. Термодинамические свойства неорганических веществ - энергия Гиббса, энтропия и энтальпия образования.
2. Тепловой эффект химической реакции. Химический потенциал и фазовые равновесия в однокомпонентных и многокомпонентных системах. Константа равновесия гомогенных и гетерогенных реакций.
3. Кинетика химических реакций. Кинетика гомогенных и гетерогенных процессов, способы ускорения химических превращений. Кинетика реакций катализа.
4. Физико-химический анализ. Фазовые диаграммы многокомпонентных систем. Использование фазовых диаграмм для выбора и расчета рациональных способов переработки неорганических продуктов.
5. Основные процессы в технологии неорганических веществ. Термохимические процессы.
6. Высокотемпературные гетерогенные процессы разложения и синтеза, окислительно-восстановительные процессы. Плазмохимические процессы.
7. Каталитические процессы. Виды катализа, стадии протекания и пути интенсификации процессов катализа. Особенности процессов в неподвижном и взвешенном слоях катализатора.

8. Методы разделения многокомпонентных смесей. Кристаллизация из растворов, расплавов и газовой фазы, фракционная конденсация, ректификация, абсорбция, адсорбция, ионный обмен, экстракция, электрохимические методы. Особенности процессов разделения и технические способы их реализации.
9. Подготовка сырья. Сырьевые ресурсы и основные направления их переработки. Способы подготовки сырья: дробление, флотация, обжиг, растворение, сепарация.
10. Технология важнейших неорганических веществ. Промышленные газы. Свойства, применение и способы получения инертных газов, азота, кислорода, водорода, синтез-газа.
11. Технология важнейших неорганических веществ. Связанный азот. Технология аммиака и азотной кислоты. Их свойства и применение.
12. Технология важнейших неорганических веществ. Серная и другие минеральные кислоты. Свойства и применение серной, фосфорной, соляной и фтористоводородной кислот. Способы их производства из различного сырья.
13. Технология важнейших неорганических веществ. Минеральные удобрения. Азот-, фосфор- и калийсодержащие удобрения, комплексные удобрения, микроудобрения. Свойства и применение. Способы получения.
14. Технология важнейших неорганических веществ. Сода и щелочные продукты. Сода, поташ, гидроксиды натрия и калия. Свойства и применение. Способы получения.
15. Технология важнейших неорганических веществ. Продукты высокотемпературного синтеза. Основные способы получения, свойства и применение карбида кальция, термического фосфора, термической фосфорной кислоты, продуктов плазмохимической технологии.
16. Технология важнейших неорганических веществ. Соли и неорганические реактивы. Классификация, свойства и применение. Основные способы получения солей и реактивов минеральных и органических кислот.
17. Технология важнейших неорганических веществ. Особо чистые вещества. Классификация, природа примесей. Методы анализа и глубокой очистки веществ. Требования к конструкционным материалам и чистоте технологической среды.
18. Технология важнейших неорганических веществ. Изотопы. Свойства и применение. Основные способы получения: ректификация, изотопный обмен. Получение изотопов водорода, углерода, азота, кислорода и других легких элементов.
19. Защита окружающей среды при производстве неорганических веществ. Источники загрязнения: газообразные, жидкие и твердые отходы, тепловые выбросы, их свойства и характеристики.
20. Способы уменьшения, обезвреживания и очистки отходов от примесей соединений серы, азота, углерода, галогенов, кислот и растворителей. Утилизация отходов.

3.2. Вопросы по дисциплине по выбору «Функциональные наноструктурированные материалы»

1. В чём отличие нанотехнологии от существующей промышленной технологии?
2. В чём сущность размерных эффектов в микро- и нанотехнологии?
3. В чём состоит различие терминов «нанокластер» и «наночастица»?
4. В чём вы видите причины низкой устойчивости свободных нанокластеров!
5. Дайте определение термину «наноструктура». Что можно сказать о классификации наноструктур.
6. Каков минимальный и максимальный диаметр углеродных нанотрубок? Поверхностные характеристики углеродных нанотрубок.
7. Способы получения углеродных нанотрубок, их достоинства и недостатки.
8. Укажите движущие силы роста углеродных нанотрубок. Можно ли управлять электронными свойствами углеродных нанотрубок?

9. Приведите примеры неуглеродных нанотрубок, причины их роста и способы получения.
10. Приведите способы получения тонких плёнок, укажите достоинства и недостатки этих методов.
11. Перечислите основные условия для формирования эпитаксиальных плёнок?
12. Охарактеризуйте основные типы магнитных наноматериалов. Что общего и в чём различия в природе магнитных свойств ферро-, ферри- и антиферромагнетиков?
13. Наблюдаемые дефекты в наноматериалах. Как они влияют на проявляемые материалом механические свойства?
14. Направление модификации объёмных материалов с целью улучшения их механических характеристик.
15. Почему именно с углеродными нанотрубками связывают грядущий бум в наноматериаловедении?
16. Методы синтеза наноматериалов. В чём суть подходов «Top down» и «Bottom-up»?
17. Дайте определение «золь-гель метода» получения наноматериалов.
18. Перечислите основные недостатки «золь-гель метода».
19. В чём суть гидротермального метода синтеза материалов?
20. Что такое микро- и миниэмульсии? Каким образом их используют для получения наночастиц?
21. Почему при получении функциональных материалов важно, чтобы они состояли из наночастиц с узким распределением по размерам? Какие существуют методы разделения наночастиц по размерам?
22. Каковы основные признаки консервативной и диссипативной самоорганизации?
23. Образование массивов из наночастиц. Какие условия необходимы для формирования таких массивов?
24. Из каких строительных блоков состоит структура цеолитов? Каким образом можно менять состав цеолитов, не изменяя при этом их структуры?
25. Чем определяется размерность наноструктур, синтезируемых в матрицах цеолитов?
26. Каким образом можно получать мезопористые материалы с заданной структурой и размером пор? Как можно управлять структурными параметрами таких материалов?
27. В чём состоят преимущества и недостатки использования соединений переменного состава (алюмосиликатов, СДГ) при их использовании в качестве нанореакторов для получения наночастиц?
28. Для каких применений важна монодисперсность и параметр анизотропии наночастиц; в каких случаях эти параметры не имеют принципиального значения?
29. Какие потенциальные области применения функциональных наноматериалов Вы знаете?
30. При каких условиях в системе происходит процесс самоорганизации? Приведите пример самоорганизации в технологических процессах.
31. Что такое синергетика?
32. Почему возникла проблема невоспроизводимости в нанотехнологии?
33. Какова роль поверхностных атомов в наноразмерных эффектах? Величины наноразмерных эффектов?
34. Что такое супрамолекулярная химия?
35. Что такое аэрогель и ксерогель?
36. Что такое композит и нанокомпозит? Три класса композиционных материалов и два класса нанокомпозитов.
37. Что такое алмазоподобный углерод и алмазоподобный нанокомпозит?

3.3. Вопросы по дисциплине по выбору «Фундаментальные научные основы технологии монокристаллических и керамических материалов электронной техники на основе ниобатов-танталатов щелочных металлов»

1. Кристаллические и аморфные твердые тела. Трансляционная инвариантность.
2. Кристаллы. Геометрические представления о строении кристаллов: элементы симметрии кристаллической решетки. Сингонии - кубическая, гексагональная и т.д. Индексы граней. Типы кристаллических решеток. Анизотропия кристаллов.
3. Аморфное и кристаллическое состояние вещества. Дефекты кристаллических решеток. Реальные кристаллы.
4. Испускание и поглощение света атомами, молекулами и кристаллами. Фотоны. Колебания кристаллических решеток (фононы). Общие понятия.
5. Базис и кристаллическая структура. Элементарная ячейка. Ячейка Вигнера – Зейтца.
6. Дефекты в кристаллах различных типов.
7. Общие понятия об основных методах выращивания монокристаллов.
8. Применение кристаллов в современной технике.
9. Испускание и поглощение света атомами, молекулами и кристаллами.
10. Анггармоничность колебаний, потенциальные кривые двухатомных молекул.
11. Диэлектрические, полупроводниковые и металлические кристаллы.
12. Индуцированное излучение, лазеры. Общие понятия.
13. Строение монокристаллических и керамических материалов электронной техники на основе ниобатов-танталатов щелочных металлов. Кристаллические фазы переменного состава. Монокристаллические и керамические материалы электронной техники со структурой кислородно-октаэдрического типа. Особенности структуры монокристаллов ниобата и танталата лития, как фаз переменного состава.
14. Фазовые диаграммы ниобата и танталата лития. Подготовка исходных компонентов и шихты. Особенности выращивания монокристаллов ниобата и танталата лития методом Чохральского. Механизмы твердофазного взаимодействия при твердофазном синтезе ниобата и танталата лития.
15. Выращивание монокристаллов ниобата и танталата лития из расплава конгруэнтного состава. Выращивание монокристаллов ниобата лития из расплава с 58,6 моль.% Li_2O . Выращивание монокристаллов ниобата лития из расплава разного состава с добавлением флюса K_2O . Подготовка исходных компонентов и синтез керамических твердых растворов $\text{Li}_x\text{Na}_{1-x}\text{Ta}_y\text{NbO}_3$ со структурой кислородно-октаэдрического типа. Механизмы твердофазного взаимодействия при синтезе твердых растворов $\text{Li}_x\text{Na}_{1-x}\text{Ta}_y\text{NbO}_3$. Особенности строения кислородно-октаэдрических керамических твердых растворов $\text{Li}_x\text{Na}_{1-x}\text{Ta}_y\text{NbO}_3$ со структурой перовскита и псевдоильменита.
16. Методы исследования монокристаллических и керамических материалов электронной техники на основе ниобатов-танталатов щелочных металлов. Методы исследования структуры кристаллов и керамик. Рентгеноструктурный анализ. Полнопрофильный рентгеноструктурный анализ.
17. Колебательная спектроскопия. Комбинационное (рамановское) рассеяние света.
18. Спектр комбинационного рассеяния света монокристаллов ниобата и танталата лития и керамических твердых растворов $\text{Li}_x\text{Na}_{1-x}\text{Ta}_y\text{NbO}_3$ со структурами перовскита и псевдоильменита. Диэлектрическая спектроскопия. Рассеяние нейтронов.
19. Физические свойства монокристаллических и керамических материалов электронной техники на основе ниобатов-танталатов щелочных металлов:
20. Сегнетоэлектрические явления и структурные фазовые переходы в кристаллах. Основы феноменологической теории структурных фазовых переходов. Сегнетоэлектрические структурные фазовые переходы. Домены в сегнетоэлектрических кристаллах.
21. Ионная проводимость кристаллов. Основы ионного транспорта. Суперионная проводимость. Особенности структуры кристаллов при суперионной проводимости.

- Суперионная проводимость и структурные фазовые переходы в керамических твердых растворах $\text{Li}_x\text{Na}_{1-x}\text{Ta}_y\text{NbO}_3$ со структурой перовскита и псевдоильменита.
22. Беспорядок в кристаллах. Дефекты. Модели дефектной структуры кристалла ниобата и танталата лития. Компьютерное моделирование структурного беспорядка в кристаллах.
 23. Кластеры и фракталы. Кластеризация катионов в структуре монокристаллов ниобата и танталата лития.
 24. Взаимодействие лазерного излучения с кристаллом. Нелинейнооптические и фотоэлектрические свойства кристаллов. Эффект фоторефракции в сегнетоэлектрических кристаллах. Механизмы фоторефрактивного эффекта. Особенности эффекта фоторефракции в монокристаллах ниобата и танталата лития разного состава. Наведенные лазерным излучением микро- и наноструктуры в фоторефрактивном монокристалле ниобата лития и их проявление в спектре комбинационного рассеяния света. Применение эффекта фоторефракции для записи информации кристаллами. Фотовольтаический эффект в сегнетоэлектрических кристаллах. Фоторефрактивное (фотоиндуцированное) рассеяние света в сегнетоэлектрических кристаллах. Модели и основные типы фоторефрактивного рассеяния света в кристаллах. Особенности фоторефрактивного рассеяния света в номинально чистых и легированных монокристаллах ниобата и танталата лития.
 25. Применение комбинационного рассеяния света для исследований особенностей структуры и оптических свойств монокристаллов ниобата и танталата лития разного состава. Применение фоторефрактивного рассеяния света для исследований особенностей структуры и оптических свойств монокристаллов ниобата и танталата лития разного состава.
 26. Коноскопические фигуры и их применение для исследований структурного совершенства монокристаллов. Лазерная коноскопия монокристаллов.
 27. Современные научные направления в области создания и исследования физических и структурных характеристик монокристаллических и керамических материалов электронной техники на основе ниобатов-танталатов щелочных металлов и других материалов с кислородно-октаэдрической структурой. Перспективы создания материалов с заданными свойствами на основе ниобатов-танталатов щелочных металлов.

4. Оценка выпускной квалификационной работы

На защиту выпускной квалификационной работы (далее ВКР) выносятся результаты научно-исследовательской работы. Материалы, представляемые государственной экзаменационной комиссии, содержат:

- текст ВКР в жестком переплете в 2-х экземплярах;
- автореферат объемом не менее 24 стр. формата А5, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011;
- отчет проверки ВКР в программе Антиплагиат;
- отзыв научного руководителя;
- рецензия;
- доклад (с обязательной презентацией);
- оттиски научных статей выпускника, опубликованные в научных журналах и сборниках.

Результаты защиты научного доклада по ВКР определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно» означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания. Оценка «неудовлетворительно» означает, что аспирант не

прошел аттестацию и должен быть отчислен. Повторная защита доработанной диссертации допускается.

Оценка «отлично» выставляется аспиранту, который грамотно изложил суть и выводы проведенного исследования, правильно, аргументированно ответил на все вопросы, показал глубокие систематизированные знания, показал владение приемами рассуждения и сопоставления материала из разных источников, связь теоретических и практических положений, 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, или который не смог раскрыть основной вопрос, более, чем в половине ответов на дополнительные вопросы и замечания допустил существенные ошибки или не смог на них ответить.

Согласовано:

Ученый секретарь института, к.т.н.



Васильева Т.Н.

Начальник отдела кадров и аспирантуры



Поваляева О.В.