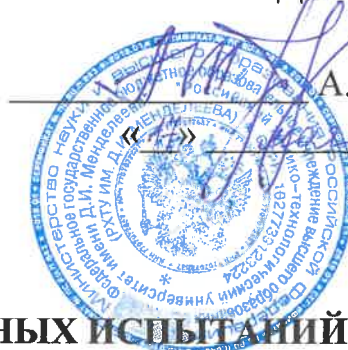


**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Российский химико-технологический университет имени
Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке
РХТУ им. Д.И. Менделеева



А.А. Щербина

20 20 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

2.6.7. Технология неорганических веществ

Москва 2022 г

Программа составлена

д.т.н., доцентом, профессором кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов Коньковой Татьяной Владимировной,

д.т.н., профессором, заведующим кафедрой общих химических технологий Грунским Владимиром Николаевичем,

д.т.н., доцентом, заведующим кафедрой технологии изотопов и водородной энергетики Растуновой Ириной Леонидовной.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов «04» апреля 2022 г. протокол № 14.

Общие положения

Программа вступительных испытаний по научной специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ разработана учетом требований к поступающим, определёнными правилами приема.

Цель проведения экзамена - оценка уровня знаний поступающих в области научной специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ для отбора наиболее подготовленных поступающих для обучения по программам подготовки научных и научно- педагогических кадров в аспирантуре.

Задачей вступительного испытания в аспирантуру является оценка уровня владения специальной дисциплиной, в том числе знаний поступающего в области технологии неорганических веществ.

Разделы программы

1. Форма проведения вступительного испытания.
2. Язык проведения вступительного испытания.
3. Содержание вступительного испытания.
4. Структурированное по разделам (областям) содержание вступительного испытания.
5. Шкала оценивания и фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания вступительного испытания
6. Типовые задания, вопросы, иные материалы для проведения вступительного испытания.
7. Рекомендуемая литература для подготовки к вступительному испытанию.

1. Форма проведения вступительного испытания.

Вступительное испытание проводится в устной форме.

2. Язык проведения вступительного испытания.

Язык проведения экзамена – русский.

3. Содержание вступительного испытания.

1. Оценка соответствия содержания ответа вопросу в экзаменационном билете, оценка владение понятийным аппаратом, аргументированность выводов и доказательств, ясность, четкость и логика изложения материала.

2. Применение полученных теоретических знаний к решению практических вопросов химической технологии, способность к аналитической деятельности; системность мышления и систематичность знания, гибкость и самостоятельность мышления.

4. Структурированное по разделам (предметным областям) содержание вступительного испытания.

1. Теоретические основы технологии неорганических веществ.

Введение, классификация процессов по количеству и типу фаз. Термодинамика и кинетика обратимых и необратимых процессов в технологии неорганических веществ. Сырьевые ресурсы и основные направления их переработки. Способы подготовки сырья. Физико-химические процессы растворения, выщелачивания, кристаллизации, экстракции, абсорбции, флотации, обжига, их термодинамические и кинетические характеристики. Физико-химические основы получения низких температур. Термодинамика и кинетика процессов изотопного обмена. Теоретические основы процессов тонкого разделения, изотопное равновесие, способы умножения однократного разделительного эффекта, принципы каскадирования. Классификация особо чистых веществ, природа примесей. Методы глубокой очистки веществ: химические, физические, физико-химические методы.

Адсорбция. Теоретические основы адсорбции, её виды, и их применение в технологии неорганических веществ. Кинетика адсорбции. Адсорбционное разделение воздуха. Ионный обмен. Типы ионитов, их свойства Термодинамика и кинетика ионного обмена, селективность.

Катализ и каталитические процессы. Механизм и кинетика гетерогенно-каталитических процессов. Технология адсорбентов и катализаторов.

2. Технологии неорганических веществ, основанные на фазовом равновесии.

Фазовые диаграммы многокомпонентных систем. Использование фазовых диаграмм для выбора и расчета рациональных способов переработки минерального сырья в неорганические продукты.

Классификация минеральных удобрений Свойства и применение. Способы получения. Соли и неорганические реактивы. Классификация, свойства и применение. Основные способы получения солей и реактивов минеральных и органических кислот. Физико-химические основы получения экстракционной фосфорной кислоты, двойного суперфосфата, соды, поташа, гидроксида натрия и калия.

Ректификация как метод разделения изотопов легких элементов.
Изотопное равновесие в системах жидкость-пар и газ-твердое тело.

3. Сорбционные, каталитические и химобменные процессы в технологии неорганических веществ.

Технология аммиака, азотной и серной кислоты. Их свойства и применение, способы производства из различного сырья.

Источники загрязнения, их свойства и характеристики - газообразные, жидкие и твердые отходы. Способы уменьшения, обезвреживания и очистки отходов от примесей соединений серы, азота, углерода, галогенов, кислот и растворителей. Утилизация отходов.

Разделение изотопов легких элементов методом химического изотопного обмена, рабочие системы, технологические схемы. Катализаторы в технологии разделения изотопов легких элементов.

5. Критерии оценки.

Билет состоит из 2 вопросов, каждый из вопросов оценивается в 50 баллов.

Шкала оценивания:

Ответ на вопросы билета	Всестороннее, систематическое и глубокое знание материала, усвоил взаимосвязь основных понятий физической химии	Систематическое и глубокое знание материала, усвоил взаимосвязь основных понятий физической химии	Не систематическое знание материала, не до конца усвоил взаимосвязь основных понятий физической химии	Не систематическое знание материала, практически не усвоил взаимосвязь основных понятий физической химии
Количество баллов	50	30	20	10

6. Примерный перечень вопросов для экзамена

Кафедра технологии неорганических веществ и электрохимических процессов

1. Роль минеральных солей и удобрений в жизни растений. Классификация удобрений.

2. Процессы растворения и кристаллизация солей в водных растворах.

3. Графическое изображение термодинамических зависимостей в холодильных циклах на примере энтропийных диаграмм циклов Линде, Клода и Капицы.

4. Калийное сырьё. Получение хлорида калия из сильвинита политермическим (галургическим) методом: физико-химические основы, блок-схема процесса.

5. Катализ в технологии неорганических веществ. На примере неорганического производства рассмотреть кинетику и механизм каталитического процесса, катализаторы и способы ускорения химических процессов.

6. Сульфат аммония: свойства, сырьё для производства, физико-химические основы и блок-схема процесса.

7. Производство серной кислоты, физико-химические основы контактного окисления диоксида серы и абсорбции конвертированного газа. Кинетика процесса и факторы, влияющие на равновесную степень превращения. Блок-схема ДКДА

8. Способы получения двойного суперфосфата из слабой (28%) и концентрированной (54%) фосфорных кислот: физико-химические основы и блок-схема процессов.

9. Фосфаты аммония: свойства. Аммофос: сырьё для производства, физико-химические основы и блок-схемы процессов на слабой (28%) и концентрированной (54%) фосфорных кислотах.

10. Производство нитрофосфатов азотнокислотным разложением фосфатного сырья: физико-химические основы, способы снижения избыточного кальция ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) в азотнокислотной вытяжке.

11. Производство синтетического аммиака. Физико-химические основы процесса, механизм, кинетика, катализаторы, каталитические яды. Восстановление катализаторов.

12. Физико-химические основы получения низких температур методом изохнтального расширения газа. Физическая сущность процесса. Дифференциальный и интегральный дроссель-эффекты.

13. Производство синтетического аммиака. Физико-химические основы процесса, механизм, кинетика, катализаторы, каталитические яды. Восстановление катализаторов синтеза аммиака, методы получения.

14. Экологические аспекты производства минеральных удобрений. Отходы: обезвреживание, улавливание, утилизация фосфогипса, фторсодержащих газов.

15. Подготовка природного и технологических газов перед химическим процессом, очистка от серосодержащих примесей и кислородсодержащих соединений, блок-схема МЭА в производстве синтез-газа.

16. Азотные удобрения, сырьё для их производства. Получение аммиачной селитры: свойства, физико-химические основы и блок-схема процесса.

17. Технологическая схема двухступенчатой каталитической конверсии метана и оксида углерода паровоздушной смесью, физико-химические основы процесса и параметры процесса, определяющие максимальный выход синтез-газа.

18. Сырьё для производства фосфорных удобрений. Получение экстракционной фосфорной кислоты: свойства, физико-химические основы и блок-схема дигидратного процесса.

19. Физико-химические основы прямого синтеза концентрированной азотной кислоты, факторы, влияющие на скорость процесса и выход целевого продукта, схема процесса.

20. Азотная кислота, физико-химические основы конверсии аммиака и переработки оксидов азота в разбавленную азотную кислоту, блок-схема АК-72М.

Кафедра общей химической технологии

1. Конструкция фильтров для очистки газов от пыли. Расчёт и подбор фильтров

2. Конструкция насосов. Расчёт и подбор насосов

3. Процесс абсорбции. Конструкция абсорбционных колонн. Влияние давления и температуры на эффективность абсорбции

4. Конструкция теплообменных аппаратов. Расчёт и подбор теплообменных аппаратов

5. Конструкция, применение и метод расчёта аппаратов кипящего слоя

6. Катализ в переработке природного газа. Методы получения синтез-газа окислительной конверсией метана. Синтез метанола и диметилового эфира. Синтез Фишера-Тропша.

7. Процесс в пористом зерне катализатора в форме пластинки, квазигомогенная математическая модель, решение и анализ для реакции первого порядка. Модуль Зельдовича-Тиле. Наблюдаемая скорость превращения и степень использования внутренней поверхности.

8. Физико-химические основы и аппаратурное оформление получения серной кислоты. Линия оптимальных температур. Концепции синтеза ХТС на примере производства серной кислоты

9. Физико-химические основы и аппаратурное оформление получения аммиака. Концепции синтеза ХТС на примере производства аммиака

10. Физико-химические основы и аппаратурное оформление получения азотной кислоты. Концепции синтеза ХТС на примере производства азотной кислоты.

Кафедра технологии изотопов и водородной энергетики

1. Понятие разделительных элементов первого и второго рода в процессах разделения изотопов легких элементов
2. Каскады из разделительных элементов первого рода. Идеальный каскад
3. Процессы фазового изотопного обмена в технологии разделения изотопов легких элементов, их основные характеристики
4. Каскадов из разделительных элементов второго рода. Сравнение величин потоков в идеальном и прямоугольном каскадах
5. Процессы химического изотопного обмена в технологии разделения изотопов легких элементов, их основные характеристики
6. Основы обратимых процессов разделения изотопов легких элементов, природа возникновения разделительных эффектов, их величина
7. Связь между константой равновесия и коэффициентом разделения реакций химического изотопного обмена
8. Концентрационная зависимость коэффициентов разделения в реакциях химического изотопного обмена с участием водорода
9. X-Y-диаграмма. Рабочая и равновесные линии. Расчет числа теоретических ступеней разделения с использованием X-Y-диаграммы
10. Реакции гомомолекулярного изотопного обмена. Значения их константы равновесия при бесконечно высокой температуре.
11. Технология тяжелой воды. Методы производства и типовые технологические схемы.
12. Технология разделения изотопов кислорода. Сравнение используемых рабочих систем.
13. Формальная кинетика реакций изотопного обмена. Вывод уравнения для определения экспериментальной константы скорости реакции изотопного обмена при коэффициенте разделения близком к единице.
14. Технология разделения изотопов бора. Сравнение используемых рабочих систем.
15. Использование катализаторов в процессах разделения изотопов легких элементов.
16. Технология разделения изотопов углерода. Сравнение используемых рабочих систем.
17. Защита окружающей среды от выбросов трития объектами ядерной энергетики. Методы детритизации газовых и жидкостных потоков.
18. Технология разделения изотопов азота. Сравнение используемых рабочих систем.
19. Применение стабильных изотопов легких элементов в медицине.

20. Формальная кинетика реакций изотопного обмена. Расчет экспериментальной константы скорости реакции изотопного обмена при значении коэффициента разделения много больше единицы.

7. Список рекомендуемой литературы

1. Конькова Т.В., Либерман Е.Ю. Теоретические и практические основы технологии неорганических веществ Учебное пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева. 2020. 240 с.
2. Петропавловский И.А., Дмитриевский Б.А., Левин Б.В., Почиталкина И.А. Химия и основы технологии минеральных удобрений. СПб.: Проспект Науки. 2021. 344 с.
3. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. М.: Химия, 1984. 592 с.
4. Электротермические процессы химической технологии, под ред. В.А. Ершова. Л.: Химия, 1984. 464 с.
5. Бесков В.С., Сафронов В.С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии. М.: Химия, 1999. 472 с.
6. Семенов В.П., Кисилев Г.Ф., Орлов А.А. Производство аммиака. М.: Химия, 1985. 368 с.
7. Васильев Б.Т., Отвагина М.И. Технология серной кислоты. М.: Химия, 1985. 385 с.
8. Розовский А.Я. Гетерогенные химические реакции. М.: Наука, 1980. 324 с.
9. Широков Ю.Г. Теоретические основы технологии неорганических веществ. Иваново: ИГХТУ, 2000. 336 с.
10. Розенкевич М.Б. Термодинамика и кинетика процессов разделения изотопов, М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011, 80 с.
11. Сахаровский Ю.А. Чередниченко С.А., Розенкевич М.Б. Теоретические основы процессов тонкого разделения смесей. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2016. 112 с.
12. Варезкин А.В. Физико-химические основы получения высокочистых веществ, М.: РХТУ, им. Д.И. Менделеева, 2019, 176 с.
13. Андреев Б.М., Зельвенский Я.М., Катальников С.Г. Тяжелые изотопы водорода в ядерной технике. М.: ИздАТ, 2000. 344 с.
14. Андреев Б.М., Магомедбеков Э.П., Райтман А.А., Розенкевич М.Б., Сахаровский Ю.А., Хорошилов А.В. Разделение изотопов биогенных элементов в двухфазных системах, М.: ИздАТ. 2003. 376 с.