

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

**Программа вступительных испытаний
по направлению подготовки 18.04.01 – Химическая технология**

**Магистерская программа
«Инновационные химические технологии современных материалов»**

Новомосковск 2024

1. Введение

Программа вступительных испытаний по образовательной программе высшего образования – программе магистратуры предназначена для лиц, желающих поступить в магистратуру Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология.

Программа разработана в соответствии с Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденным приказом Минобрнауки России от 5 апреля 2017 г. № 301, а также в соответствии с Федеральным государственным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (уровень магистратуры), утвержденным приказом Минобрнауки России от 7 августа 2020 г. № 910.

Магистерская программа «Инновационные химические технологии современных материалов» рекомендована для подготовки к вступительным испытаниям выпускников классических университетов, технологических и технических вузов, в основных образовательных программах подготовки которых содержатся дисциплины (модули), рабочие программы аналогичные по наименованию и основному содержанию рабочим программам перечисленных ниже учебных дисциплин, преподаваемых в Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева по уровню бакалавриата. «Основы нанохимии», «Общая и неорганическая химия», «Физическая химия», «Процессы и аппараты химической технологии».

2. Содержание магистерской программы

Раздел 1.

1. *Перемешивание в жидких средах*

Технические способы получения жидких и газовых неоднородных систем. Виды перемешивания. Эффективность и интенсивность перемешивания и методы их оценки. Гидродинамические структуры потоков в аппаратах с перемешиванием. Конструкции мешалок, их характеристики, выбор и области применения. Пневматическое перемешивание. Циркуляционное и др. виды перемешивания. Основные пути интенсификации процессов перемешивания в жидких средах.

2. Тепловые процессы и аппараты

Основные теории передачи тепла. Значение процесса теплообмена в химической промышленности. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Связь между коэффициентом теплопередачи и коэффициентами теплоотдачи. Распределение температур вдоль поверхности теплопередачи. Движущая сила процесса (средняя разность температур теплоносителей). Взаимное направление движения теплоносителей (прямоток, противоток, смешанный ток и перекрестный ток), его оптимальный выбор и влияние на среднюю разность температур. Требования, предъявляемые к теплоносителям, их сравнительные характеристики и области применения. Обогрев водяным паром и парами высокотемпературных органических теплоносителей, водой и другими жидкостями. Нагревание топочными газами. Использование технологических и отходящих газов в качестве теплоносителей. Способы нагревания электрическим током. Отвод тепла водой, воздухом и низкотемпературными теплоносителями. Водоборотные циклы химических производств. Уравнение теплопроводности для стержня, пластины и шара.

3. Основы массопередачи. Основы расчета массообменных аппаратов

Уравнение массоотдачи. Коэффициенты массоотдачи. Движущая сила процесса. Преобразование дифференциального уравнения переноса массы и получение обобщенных переменных. Основные критерии диффузионного подобия и их физический смысл. Обобщенное уравнение массоотдачи. Массопередача. Основное уравнение массопередачи. Коэффициенты массопередачи и их выражения. Связь между коэффициентами массопередачи и коэффициентами массоотдачи. Средняя движущая сила процесса массопередачи. Аналогия между процессами тепло- и массопереноса в химической аппаратуре. Общие методы интенсификации процесса массопередачи. Способы интенсификации массопередачи.

4. Химическое производство.

Основные операции в химико-технологических процессах и химических производствах (подготовка сырья, химическое превращение, выделение продуктов, утилизация отходов, водо- и энергоснабжение, управление производством). Основное оборудование, приборы. Технологические показатели (степень превращения, выход продукта, расходные коэффициенты), экономические показатели (производительность, мощность и др.), эксплуатационные, специальные показатели. Классификация сырья. Подготовка сырья для производственных процессов. Способы обогащения сырья. Водные ресурсы. Качество воды и требования к ней. Промышленная водоподготовка. Водоборотные циклы промышленных предприятий. Энергия в химическом производстве. Основные виды энергетических ресурсов, виды энергии. Первичные и вторичные энергоресурсы.

Раздел 2.

1. Термохимия.

Тепловой эффект реакции. Закон Гесса и его следствия. Связь тепловых эффектов при постоянном объеме и постоянном давлении. Стандартное состояние. Стандартные тепловые эффекты (образования и сгорания). Зависимость теплового эффекта от температуры. Закон Кирхгоффа и его математические выражения.

2. Коллигативные свойства растворов.

Повышение температуры кипения растворов, понижение температуры замерзания растворов, осмос. Эбулиоскопия, криоскопия и осмос, как методы определения молекулярной массы растворенного вещества.

3. Равновесие “жидкий раствор – кристалл”.

Термический анализ. Диаграммы плавкости изоморфно кристаллизующихся систем. Законы изоморфии. Диаграммы плавкости неизоморфно кристаллизующихся систем: с простой эвтектикой, с химическим соединением, плавящимся конгруентно и инконгруентно, с ограниченной растворимостью в твердом состоянии. Зависимость растворимости твердых веществ в жидкостях от температуры. Уравнение Шредера.

4. Потенциометрия

pH–метрия. Термодинамика гальванического элемента. Определение произведения растворимости и коэффициента активности через ЭДС гальванического элемента.

5. Кинетика гетерогенных процессов.

Особенности гетерогенных реакций. Законы диффузии (первый и второй законы Фика). Стационарная и нестационарная диффузия. Скорость стационарного диффузионного процесса. Диффузионная, кинетическая и переходная области гетерогенных процессов. Влияние температуры и перемешивания на скорость гетерогенных процессов.

6. Катализ.

Особенности каталитических реакций. Механизм катализа. Каталитическая активность и избирательность. Гомогенный и гетерогенный катализ. Катализаторы на носителях. Роль адсорбции в гетерогенном катализе. Значения катализа в химической промышленности.

7. Спектроскопия

Вращательные спектры двухатомных молекул. Расчет межъядерного расстояния. Колебательные и колебательно-вращательные спектры двухатомных молекул. Расчет собственной частоты колебаний, ангармоничности, вращательной постоянной, константы колеба-

тельно-вращательного взаимодействия, энергии диссоциации, силовой постоянной химической связи. Характеристические частоты.

8. Особенности физико-химических взаимодействий на наномасштабах

Физико-химические свойства наночастиц и дисперсных систем. Размерные эффекты. Оптические, механические, электрические, термодинамические и магнитные свойства нанобъектов. Сила трения. Механические колебания и резонансы в наноразмерных системах. Диссипативный резонанс. Капиллярность и смачивание в наносистемах. Капли на твёрдой и жидкой поверхностях. Гидрофильность и гидрофобность твёрдых тел. Гистерезис угла смачивания. Роль химической неоднородности и шероховатости. Супергидрофобные поверхности.

9. Методы визуализации и анализа систем

Особенности анализа высокодисперсных систем. Физико-химическая диагностика наночастиц. Методы определения размера частиц по рассеиванию света. Рентгенофазовый анализ. Масс-спектрокопия. Методы получения рельефа поверхности: просвечивающая электронная, сканирующая зондовая и атомно-силовая микроскопии. Определение состава и структуры

3. Вопросы для подготовки к вступительным испытаниям

Раздел 1.

1. Основные технологические компоненты (сырьё, вспомогательные материалы, основные и дополнительные продукты, отходы производства, энергоресурсы, оборудование и приборы).
2. Выбор способов перемещения жидкофазных смесей. Выбор перемешивающего устройства.
3. Способы организации производства. Факторы, обуславливающие выбор химического реактора.
4. Промышленные способы подвода и отвода теплоты в химической аппаратуре.
5. Аппаратурное оформление и физико-химические основы совмещённых реакционно-массообменных процессов.
6. Общая характеристика и классификация энергетических ресурсов в химической технологии. Виды топлива (твёрдое, жидкое, газообразное, мазуты).
7. Классификация массообменных процессов. Основные понятия и определения. Способы выражения составов фаз.

8. Массоотдача. Уравнение массоотдачи. Коэффициент массоотдачи. движущая сила массоотдачи.
9. Уравнения рабочих и равновесных линий массообменных процессов.
10. Направление массопередачи и движущая сила массообменного процесса.
11. Уравнение массопередачи. Коэффициент массопередачи. Движущая сила массопередачи. Понятие фазовых сопротивлений.
12. Подобие диффузионных процессов. Критерии диффузионного подобия.
13. Оптимизация режимов работы производств с учетом термодинамики процессов, критерии эффективности производства.
14. Уравнение теплопроводности для стержня, пластины и шара.
15. Аналогия тепловых и диффузионных процессов.

Раздел 2.

1. Физические свойства и методы их определения.
2. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Закон Кирхгофа.
3. Коллигативные свойства растворов, как способ определения молекулярной массы растворенного вещества.
4. Диаграммы плавкости. Определение устойчивости химических соединений.
5. Потенциометрическое определение различных свойств (произведения растворимости).
6. Молекулярная диффузия. Первый и второй законы Фика. Коэффициент молекулярной диффузии, его физический смысл и от каких факторов он зависит.
7. Спектроскопия, как метод идентификации веществ.
8. Определение каталитической активности.
9. Рентгенофазовый анализ.
10. Зондовая микроскопия.
11. Влияние размера частиц на свойства.
12. Просвечивающая электронная микроскопия.
13. Методы определения размера дисперсных систем по отражению, поглощению и рассеиванию света.
14. Магнитные свойства материалов и способы их определения.
15. Супергидрофобные, гидрофобные и гидрофильные покрытия. Влияние различных факторов на краевой угол.

4. Литература

1. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учеб. / А.Г. Касаткин. - 10-е изд., стереотип., дораб. - М.: Химия, 2004. - 753 с.

2. Бесков В.С. Общая химическая технология: Учебник для вузов. – М.:ИКЦ «Академкнига», 2006. – 452с.
3. Общая химическая технология: в 2-х ч.: учебник. Ч.1 . Теоретические основы химической технологии / ред. И. П. Мухленов. - 5-е, стереотип. - М.: Альянс, 2009. - 255 с.
4. А.В. Вишняков, Н.Ф. Кизим Физическая химия. – М.: Химия, 2012. – 840 с.
5. Киреев В.А. Курс физической химии. М.: Химия. 1975.– 775 с.
6. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. М.: Высш. шк. 2006.– 527 с.
7. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий: учебное пособие, 2-е изд., М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010, 431 с.
8. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Текст] / А.И.Гусев. - 2-е изд., испр. . - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 414 с.
9. Голубина Е.Н., Кизим Н.Ф. Практикум и задачник по нанохимии. Тула: Аквариус. 2018. 128 с.