

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского»

«Утверждаю»

Проректор по научной работе

_____ П.В. Прудников

«_____» _____ 2022 г.

**Программа вступительного испытания
в аспирантуру по специальности**

**2.6.12. Химическая технология топлива и
высокоэнергетических веществ**

Омск

2022

ПРОГРАММА

1. ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

1.1. Строение вещества

Строение атомного ядра. Естественная и искусственная радиоактивность. Основные представления квантовой теории строения атома. Квантовые числа электронов в атомах. Спин электрона. Принцип запрета Паули. Электронные конфигурации атомов и истолкование периодического закона Д.И.Менделеева. Образование молекул. Ковалентная связь с помощью пары электронов. Гибридизация орбиталей. Соединения E сопряженными связями. Координационная связь с участием 4-электронов. Ионная связь. Металлическая связь и свободные электроны в металлах.

1.2. Агрегатные состояния

Газообразное состояние. Основные идеи кинетической теории газов. Отклонения свойств реальных газов от законов идеальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Сжижение газов. Критическое состояние (в однокомпонентных системах). Жидкое состояние. Характеристика его с точки зрения молекулярно-кинетической теории. Растворы. Способы выражения состава растворов. Законы идеальных разбавленных растворов. Давление паров растворенного вещества и растворителя. Температура замерзания и кипения разбавленных растворов. Закон Рауля для давления пара компонентов идеальных концентрированных растворов. Азеотропические смеси.

Кристаллическое состояние. Пространственная решетка. Простейшие ионные, атомные и металлические решетки (решетка хлористого натрия, решетка алмаза, кубические гранецентрированные и плотноупакованные гексагональные решетки металлов). Нарушения строения твердых тел.

1.3. Основы термодинамики

Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия (теплосодержание). Теплоемкость. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса. Второй закон термодинамики. Энтропия. Термодинамические потенциалы и условия равновесия.

1.4. Химическая кинетика и катализ

Закон действия масс. Скорость химической реакции. Порядок реакции. Сложные реакции: обратимые, параллельные и последовательные реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. уравнение Аррениуса. Энергия активации. Понятие о методе переходного состояния (активированного комплекса).

Определение явления катализа. Каталитические процессы в природе. Роль катализа в жизни современного общества. Классификация каталитических реакций. Каталитическая активность и методы ее измерения. Природа действия катализаторов. Понятие об ктивном центре катализатора. Основные принципы действия катализаторов различной природы: катализ кислотами и основаниями, катализ комплексными соединениями металлов, катализ ферментами. Гетерогенный катализ. Металлические, полупроводниковые. окисные и цеолитные катализаторы. Нанесенные катализаторы и способы их получения. Адсорбция как стадия гетерогенно-каталитической реакции. Физическая адсорбция и хемосорбция.

2. ПРОЦЕССЫ и АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

2.1 Законы переноса субстанций.

Ламинарное и турбулентное движение жидкостей. Критерий Рейнольдса. Распределение скоростей и средние скорости движения жидкости. Характеристики движения жидкости. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли: примеры его приложения. Движение жидкостей в трубопроводах. Коэффициенты трения и местные сопротивления. Расчеты трубопроводов. Насосы - классификация и область применения. Поршневые насосы. Предельная высота всасывания. Центробежные насосы. Законы пропорциональности. Механизмы переноса тепла. Основное уравнение теплоотдачи (закон охлаждения Ньютона). Теплопроводность (закон Фурье). Передача тепла через многослойную стенку. Теплопередача. Основные понятия. Направление движения теплоносителей: прямоток, противоток, смешанный ток. Средний температурный напор. Передача тепла конвекцией. Коэффициент теплоотдачи и число Нуссельта. Теплоперенос излучением. Законы Стефана-Больцмана и Кирхгофа. Нагревающие агенты и способы нагревания. Теплообменники. Классификация и конструкции. Механизмы массообменных процессов. Молекулярная диффузия и закон Фика. Коэффициенты диффузии в газах, жидкостях и твердых телах. Конвективный перенос. Рабочая линия процесса. Направление массопередачи. Средняя движущая сила массопередачи и число единиц переноса. Определение числа единиц переноса. Влияние перемешивания на среднюю движущую силу.

2.2 Массообменные процессы

Абсорбция. Законы Генри и Рауля-Дальтона. Расход абсорбента. Технологические варианты абсорбции: батарейный абсорбер, схема с рециркуляцией. Перегонка и ректификация — сущность процессов. Рабочие линии ректификации. Флегмовое число (К) и его определение. Зависимость между К и размерами колонны. Устройство ректификационных колонн. Типы тарелок. Физические основы процесса адсорбции. Физическая адсорбция и хемосорбция. Изотермы адсорбции Лэнгмюра и БЭТ. Типы адсорбентов. Кинетика адсорбции в пористом зерне адсорбента. Формирование фронта адсорбции. Время защитного действия слоя адсорбента. Виды сушки. Параметры влажного воздуха. Устройство сушилок.

3. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ И ГАЗА

3.1 Общие вопросы нефтепереработки

Цели и задачи переработки нефти как базового сектора экономики. Тенденции развития мировой нефтепереработки. современное – состояние отечественной нефтеперерабатывающей промышленности. Критерии рационального использования углеводородного сырья. Глубина переработки нефти и методы ее достижения. Выход светлых нефтепродуктов. Химические методы переработки природных и попутных газов, газового конденсата.

3.2 Каталитические процессы переработки нефтяного сырья

Каталитические процессы переработки нефтяного сырья. Классификация, общая характеристика, эволюция процессов. Каталитический крекинг – химические основы процесса. Механизм реакций крекинга и переноса водорода. Факторы, влияющие на

материальный баланс и качество продуктов крекинга. Условия осуществления процесса. Катализаторы крекинга, физико-химические и каталитические характеристики. Направления модернизации технологий производства катализаторов. Характеристика видов сырья и процессов его подготовки. Модели промышленных установок каталитического крекинга. тенденции развития технологии процесса. Направления использования продуктов каталитического крекинга. Каталитический крекинг остаточного сырья, представления о процессах дезактивации катализаторов крекинга.

Гидрогенизационные процессы в нефтепереработке. Химические основы. Классификация процессов гидропереработки по назначению, условиям, типам сырья. Роль процесса в схемах современной переработки нефти. Гидрокрекинг. Условия процесса и роль каждого параметра, технологические модели процесса. Катализаторы гидрокрекинга: химические составы, функции, представления о составе активной поверхности, методы приготовления. Технологии производства. Сырье, материальный баланс и качество продуктов гидрокрекинга, направления их применения. Современные тенденции развития технологий гидропереработки. Каталитический риформинг. Назначение процесса и химические основы каталитических превращений различных классов углеводородов. Роль процесса в современных схемах переработки нефти. Катализаторы риформинга, представления о составе активной поверхности, методы приготовления и технологии производства. Виды сырья и обоснование условий процесса, технологические модели процесса риформинга и современные тенденции развития. Промышленные 'установки риформинга, материальные балансы, качество продуктов и направления их использования. Процессы изомеризации углеводородов и их классификация. Химические основы процесса и представления о механизме реакций. Термодинамика превращений углеводородов. Катализаторы изомеризации, современные представления о составе активной поверхности и структуре активных центров, бифункциональность катализаторов. Технологические модели процесса. Низко-, средне- и высокотемпературные технологии изомеризации. Сырье процесса и его подготовка, условия, материальный баланс и характеристика продуктов. Роль скелетной изомеризации в производстве автобензинов. Алкилирование изобутана олефинами. Химические основы процесса, целевые и побочные реакции, представления о механизме каталитических превращений. Катализаторы алкилирования: традиционные и новейшие разработки. Технологии и условия процесса алкилирования. Характеристика алкилат-бензина и его роль в бензиновом фонде. Тенденции развития процесса. Химическая переработка нефтезаводских газов. Направления и методы химической переработки отдельных представителей. Катализаторы и технологии очистки, осушки, подготовки нефтезаводских газов и переработка, включая процессы сероочистки, селективного гидрирования и т.д. Продукты химической переработки и направления дальнейшего применения.

3.3 Моторные топлива

Автомобильные бензины. Характеристика бензинового фонда, качество компонентов. Традиционный и реформулированный бензин. Основные требования к качеству товарных автобензинов и современные тенденции ужесточения требований. Экологическая чистота автобензинов. Оксигенаты - октаноповышающие добавки, методы их производства. Дизельные топлива. Характеристики дизельного фонда. Традиционные и реформулированные дизельные топлива. Основные требования к качеству дизельных топлив, параметры, определяющие экологическую чистоту дизтоплив.

Современные тенденции изменения параметров качества дизтоплив и технологические процессы их достижения.

4. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

4.1 Свойства углеродных материалов

Строение углеродных материалов. Валентное состояние атома углерода. Идеализированная кристаллическая структура графита. Модели строения частиц технического углерода. Дисперсность углеродных материалов. Методы оценки. Графитируемые и неграфитируемые углеродные материалы. Нефтяной кокс. Общие сведения о технологии его получения и применения.

4.2 Производство углеродных материалов.

Классификация и разновидности промышленных процессов производства дисперсного углерода. Технологические процессы и оборудование производства технического углерода. Принцип действия. устройство. особенности конструкции. Реакторы получения различных видов технического углерода. подогреватели сырья, подогреватели технологического воздуха. Смесители-грануляторы, сушильно-грануляционные барабаны. Устройство, принцип действия. Современные процессы получения нефтяного углеводородного сырья для производства углеродных материалов.

4.3 Сырьё для углеродных материалов.

Получение сырья и связующего для углеродных материалов в процессе дистилляции и переработки каменноугольной смолы. Современные требования к качеству сырья для углеродных материалов. Метод оценки степени ароматизованности сырья: групповой и химический состав элементный состав. индекс корреляции. Общие сведения о технологии получения искусственных углеграфитовых материалов: приготовление масс и зеленых заготовок, обжиг, графитизация. Проблемы экологии при производстве технического углерода.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Киреев В.А. Курс физической химии. М.: Химия. 1975.
2. Кнорре Д.Г., Крылова Л.Ф., Музыкантов В.С. Физическая химия. М.: Высшая школа. 1981.
3. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.:Химия. 1973. - 750 с.
4. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. В двух книгах. -М.: Химия. 1995 - 400 с.- 368 с.
5. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа. Учебное пособие для вузов Гилем, Уфа, 2002 г., 672 стр., УДК: 665.63 (675.8), ISBN: 5-7501-0296-3
6. Баннов П.Г. Процессы переработки нефти: В 3-х ч.-М.: ЦНИИТЭНефтехим.-2001.- 415 с.
7. Т.Г /Гюльмисарян. Л.И.Гилязетдинов. Сырье для производства углеродных печныхсаж. М.. Химия. 1975.
8. Зуев В.П... Михайлов В.В. Производство сажи. М.. Химия. 1970.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Эмануэль М.Н.. Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики. М.: Высшая школа, 1974.

2. Боресков Г.К. Катализ. Новосибирск : Наука. 1977.
3. Панченков Г.М., Лебедев В.П. Химическая кинетика и катализ. М.: Химия, 1974.
4. Гейтс Б., Луецир Дж., Шуйт Г. Химия каталитических процессов. М.: Мир. 1981.
5. Марелл Дж., Кеттл С., Теддер Дж. Химическая связь. М., 1980
6. Айнштейн В.Г. и др. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии. В двух книгах. - М.: Химия. 1999.
7. Павлов К.Ф., Романков И.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. - Л.: Химия. 1981. - 560 с.
8. Сеттерфилд Ч. Практический курс гетерогенного катализа.-М.: Мир. 1984.-520 с.
9. Каминский Э.Ф. Глубокая переработка нефти.-М.: Техника.2001.- 384 с.
10. С.Е.Вяткин. Ядерный графит. М.. Атомиздат. 1967.Островский Ю.С. Искусственный графит. М. . Металлургия. 1986.
11. С.В.Шулепов. Физика углеграфитовых материалов. М.. Металлургия. 1972.

Требования к вступительному испытанию: Вступительное испытание проводится в устной форме. На подготовку ответа по билету поступающему отводится 60 минут.

Структура билета:

Поступающему предлагаются три теоретических вопроса по различным темам, входящим в программу. При ответе на теоретические вопросы необходимо продемонстрировать общее понимание темы, уметь приводить примеры, формулировать основные результаты и уметь их четко обосновывать. Комиссия по результатам проверки решения может задать уточняющие вопросы, в том числе теоретического характера. В случае неполного ответа по билету преподаватель вправе задать дополнительные теоретические вопросы.

Критерии оценки:

Максимальная оценка за ответы на вопросы билета – 100 баллов, в т.ч.:

35 баллов за ответ на первый вопрос; 35 баллов за второй вопрос; 30 баллов за третий вопрос.

Уровень минимальной положительной оценки составляет 30 баллов, при условии ненулевого ответа на каждый из трех вопросов. Учитываются такие критерии, как полнота и правильность ответа на вопросы экзаменационного билета, логичное изложение и структурирование материала.