

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет наук о материалах

УТВЕРЖДАЮ
Зам. декана ФНМ по учебной
работе
_____/А.В. Кнотько /
«__» _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Мембранное материаловедение

Уровень высшего образования:

магистратура

Направление подготовки:

04.04.02 Химия, физика и механика материалов

Направленность (профиль)/специализация ОПОП:

Фундаментальное материаловедение

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Методической комиссией факультета наук о материалах
(протокол №_____, дата)

Москва 2016

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Химия, физика и механика материалов» (программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки) в редакции приказа МГУ от _____20__ г.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО: Вариативная часть, профессиональная подготовка, спецкурс по выбору студентов, курс предназначен для студентов магистратуры факультета наук о материалах **1-го года обучения (1-й семестр)**, курс является обязательным

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия (если есть):

Дисциплины и модули профессиональной подготовки бакалавриата

3. Результаты обучения по дисциплине:

Знать: фундаментальные основы мембранных процессов разделения; Классификацию мембран и мембранных процессов; применение полимеров в качестве мембранных материалов; закономерности транспорта в непористых полимерных мембранах; влияние химической структуры на транспортные свойства полимеров; микроструктуру полимеров и ее влияние на процессы массопереноса

Уметь: описывать основные характеристики мембран; формулировать требования к мембранным материалам в зависимости от конкретной материаловедческой (технологической) задачи

Владеть: представлениями о методах получения мембранных материалов

4. Объем дисциплины составляет 2 з.е. (72 ак.ч.)

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий:

5.1. Структура дисциплины по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в строгом соответствии с учебным планом)

Вид работы	Семестр				Всего
	1				
Общая трудоёмкость, акад. Часов	72				72
Аудиторная работа:	24				24
Лекции, акад. Часов	24				24
Семинары, акад. Часов					
Лабораторные работы, акад. часов					
Самостоятельная работа, акад. Часов	48				48
Вид итогового контроля (зачёт, экзамен)	Зач.				

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание курса «Мембранное материаловедение».

1. Введение в мембранные процессы разделения. Классификация мембран и мембранных процессов.

Классификация мембран. Особенности морфологии мембран.. Основные характеристики мембран. Движущая сила мембранных процессов (градиент давления, концентрации, температуры, электрического потенциала) и соответствующие процессы: баромембранные (микрофильтрация, ультрафильтрация, обратный осмос), диффузионные (газоразделение, диализ, первапорация), термомембранные (мембранная дистилляция), электромембранные (электродиализ, электролиз). Основные материалы мембран. (1 лекция)

2. Полимеры как мембранные материалы.

Методы получения и основные характеристики полимеров. Морфология надмолекулярных структур, фазовое и физическое состояние полимеров: кристаллические и аморфные полимеры, жидкокристаллические полимеры, высокоэластические и стеклообразные полимеры. Стеклование. Свободный объем в полимерных телах.

Поведение полимеров под влиянием химических и физических воздействий, деформационно-прочностные характеристики. Модификация полимеров, полимеры с функциональными группами, сшитые полимеры, наполненные полимеры и смеси полимеров. Основные представители мембранообразующих полимеров. (1 -2 лекции)

3. Транспорт в непористых полимерных мембранах.

Механизм «растворения-диффузии» малых молекул в непористых полимерных мембранах. Коэффициенты проницаемости, диффузии, растворимости, селективность. Экспериментальные методы определения транспортных параметров. Связь транспортных параметров со свойствами газов и паров. Связь транспортных параметров с физическими свойствами полимеров. Контролируемый термодинамическими и диффузионными факторами массоперенос: принципы выбора мембранных материалов. Влияние температуры на транспортные параметры. Влияние давления на транспортные параметры. Модели сорбции газов и паров. Эффекты воздействия диффузанта на параметры процесса - пластификация и конкурентная сорбция. (2 лекции)

4. Влияние химической структуры на транспортные свойства полимеров.

Высокопроницаемые и барьерные полимеры. Принципы их структурной организации. Влияние отдельных групп на соотношение проницаемость – селективность. Транспортные параметры, как аддитивные характеристики. Предсказание транспортных параметров полимеров методом групповых вкладов. (1 лекция)

5. Микроструктура полимера и ее влияние на процессы массопереноса.

Теория свободного объема. Основные определения. Свободный объем в высокоэластичных и стеклообразных полимерах. Зондовые методы исследования микроструктуры полимеров. Метод аннигиляции позитронов. Общие представления о компьютерном моделировании структуры полимеров, процессов сорбции и диффузии (применение методов молекулярной динамики и Монте-Карло). Связь данных зондовых и расчетных методов с транспортными параметрами. Связь энергии активации со свободным объемом. (2 лекции)

6. Неорганические мембраны.

Керамические материалы. Пористые и непористые керамические мембраны. Цеолиты, перовскиты. Металлические мембраны. Углеродные молекулярные сита. Методы получения. Механизмы транспорта в пористых и непористых неорганических материалах. Мембранный катализ (2 лекции)

7. Полиэлектrolитные мембраны для электромембранных процессов и топливных элементов.

Полиэлектrolитные мембраны для основных электромембранных процессов. Принципы устройства и классификация топливных элементов. Водородные и метанольные топливные элементы. Мембраны топливных элементов. Требования к мембранным материалам: протонная проводимость, кроссовер, химическая стабильность. Основные типы мембранных материалов для топливных элементов. (2 лекции)

6. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

1.

1. Определение мембраны. Основные свойства мембран.

2. Теория свободного объема. Основные определения. Природа свободного объема в высокоэластичных и стеклообразных полимерах. Связь транспортных параметров со свободным объемом.

2.

1. Классификация мембран по топологии, по морфологии, по агрегатному состоянию, по материалам.

2. Методы оценки свободного объема. Зондовые методы исследования микроструктуры полимеров. Принципы, возможности и ограничения.

3.

1. Пассивный и активный транспорт. Движущие силы мембранных процессов.

2. Изотермы сорбции газов и паров. Модель двойной сорбции и ее параметры.

4.

1. Баромембранные процессы. Особенности процессов, применение и мембранные материалы.

2. Механизмы транспорта в неорганических мембранах. Области применения мембран с различной селективностью.

5.

1. Диализ, электродиализ и мембранная дистилляция. Особенности процессов, применение и мембранные материалы.

2. Мембранный модуль. Типы модулей, их достоинства и недостатки. Степень извлечения и чистота продуктов.

6.

1. Газоразделение, первапарация и пертракция. Особенности процессов, применение и мембранные материалы.

2. Типы неорганических мембран.

7.

1. Основные физические свойства макромолекул, необходимые для выбора материала полимерных мембран. Молекулярная масса, жесткость, межмолекулярные взаимодействия, температура стеклования.

2. Мембранный катализ и мембранные реакторы.

8.

1. Механизм «растворения-диффузии» малых молекул в непористых полимерных мембранах. Коэффициенты проницаемости, диффузии, растворимости, селективность. Диаграмма Робсона.

2. Углеродные мембраны.

9.

1. Температурные зависимости коэффициентов проницаемости и диффузии. Энергии активации проницаемости и диффузии. Теплота сорбции.

2. Метод аннигиляции позитронов и микрогетерогенность стеклообразных полимеров.

10.

1. Элементы дизайна химической структуры, влияющие на увеличение проницаемости.

2. Мембраны типа перовскитов: механизм транспорта и применения.

11.

1. Элементы дизайна химической структуры, влияющие на увеличение селективности.

2. Принципы устройства и классификация топливных элементов.

12.

1. Принципы предсказаний транспортных свойств полимеров по химической структуре мономерного звена.

2. Мембраны топливных элементов. Требования к мембранным материалам.

7. Ресурсное обеспечение:

7.1. Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература:

1. Мулдер М., Введение в мембранную технологию.- М.:Мир, 1999

2. Рейтлингер С.А. Проницаемость полимерных материалов.- М.: Химия, 1974, 269 с.

3. Хванг С.Т., Каммермейер К. Мембранные процессы разделения. М.: Химия, 1981,

4. В.В. Тепляков, А.Ю. Алентьев, А.В. Воробьев, Д.А. Сырцова. Лабораторная работа «Параметры селективного газопереноса в мембранных полимерных материалах»: Учебное пособие. – М.: МГУ, 2006, – 36 с.

5. Тагер А.А., Физико-химия полимеров, 2007

6.2. Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости)

Не требуется

6.3. Описание материально-технического обеспечения.

аудитория с доской, компьютерный проектор

8.Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

7. Разработчик (разработчики) программы.

д.х.н., А.Ю. Алентьев