

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.12.2023 16:55:55
Уникальный программный ключ:
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9abb2479

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Институт Химических технологий и промышленной экологии
Кафедра Химии и технологии полимерных материалов и нанокompозитов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Диффузионные процессы в полимерных системах

Уровень образования	аспирантура
Научная специальность	2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов
Направленность	Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	4 года
Форма обучения	очная

Рабочая программа учебной дисциплины «**Диффузионные процессы в полимерных системах**» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 11 от 29.06. 2022 г.

Разработчик рабочей программы «**Диффузионные процессы в полимерных системах**»

д.т.н., профессор Н.Р.Кильдеева

Заведующий кафедрой: д.х.н., профессор Н.Р. Кильдеева

1. Цели освоения учебной дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины «Диффузионные процессы в полимерных системах» обучающийся должен:

- Знать законы Фика и Стокса-Эйнштейна, основные диффузионные процессы в полимерных системах, способы описания термодинамики и кинетики диффузии в полимерах, характеры зависимости коэффициента диффузии и энергии активации от состава, физического и фазового состояния полимерных систем;
- Уметь дать сравнительную оценку диффузии и самодиффузии в различных полимерных системах (растворах полимеров, твердых аморфных и кристаллических полимерах, пористых и не пористых полимерных телах разной физической формы: волокнах, пленках, гранулах), рассчитывать диффузионные параметры: коэффициент диффузии, диффузионный путь, время диффузии, константы гетерогенных химических реакций в полимерах по экспериментальным данным, решать обратные задачи.
- Владеть способностью использовать полученные знания об особенностях строения полимеров, способах надмолекулярной организации в полимерных системах, особенностях полимерных растворов, закономерностях диффузии и самодиффузии высокомолекулярных соединений в растворах и низкомолекулярных веществ в полимерных системах для управления фармакодинамическими свойствами полимерных носителей биологически активных соединений.

2. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Диффузионные процессы в полимерных системах» включена в часть 2.1 Дисциплины (модули) Образовательного компонента семестр 4.

Дисциплина базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении дисциплин на основе ОПОП предыдущего уровня образования: уровня магистратуры (или специалитета) по направлению 18.04.01 Химическая технология.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Таблица 1

Результаты обучения	Критерии результатов обучения	Технологии формирования
Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	Знать: способы, методы и технологии научной коммуникации. Уметь: организовать свою работу в составе исследовательского коллектива по решению научных задач. Владеть: способностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных задач.	СР
Способность и готовность к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий	Знать: основные фундаментальные законы и способы описания термодинамики и кинетики диффузии в полимерах Уметь: рассчитывать диффузионные параметры: коэффициент диффузии, диффузионный путь, время диффузии, константы гетерогенных химических реакций в полимерах по экспериментальным	Л,ПЗ,СР

	<p>данным, решать обратные задачи</p> <p>Владеть: способностью использовать полученные знания об особенностях строения полимеров, способах надмолекулярной организации в полимерных системах, особенностях полимерных растворов, закономерностях диффузии и самодиффузии высокомолекулярных соединений в растворах и низкомолекулярных веществ в полимерных системах для управления фармакодинамическими свойствами полимерных носителей биологически активных соединений.</p>	
<p>Способность и готовность к анализу, обобщению и публичному представлению результатов выполненных научных исследований</p>	<p>Знать: демонстрировать профессиональные знания по изучаемому предмету в области изучения структуры полимерных материалов</p> <p>Уметь: дать сравнительную оценку диффузии и самодиффузии в различных полимерных системах (растворах полимеров, твердых аморфных и кристаллических полимерах, пористых и не пористых полимерных телах разной физической формы: волокнах, пленках, гранулах)</p> <p>Владеть: методами планирования организации научных исследований с использованием информационно-коммуникационных технологий</p>	<p><i>СР</i></p>
<p>Способность и готовность к разработке новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области химической технологии с учетом правил соблюдения авторских прав</p>	<p>Знать: основные источники информации об особенностях химических превращений на границе раздела фаз;</p> <p>Уметь: реализовать полученные знания для постановки и решения научных и практических задач в области гетерогенных процессов модификации полимеров; рассчитывать диффузионные параметры константы гетерогенных химических реакций в полимерах по экспериментальным данным, решать обратные задачи.</p> <p>Владеть: основными приемами и методами проведения научно-исследовательских работ в области изучения влияния диффузии на процессы модификации полимеров.</p>	<p><i>СР</i></p>
<p>Способность и готовность к использованию лабораторной и инструментальной базы для получения научных данных</p>	<p>Знать: способы постановки кинетических экспериментов в различных полимерных системах.</p> <p>Уметь: выбрать лабораторное оборудование для постановки диффузионного эксперимента.</p> <p>Владеть: информацией об основных методах исследования диффузионных явлений в полимерных системах.</p>	
<p>Владеть физико-химическими основами процессов, происходящих в полимерных материалах на стадии изготовления и</p>	<p>Знать: Знать законы Фика и Стокса-Эйнштейна, основные диффузионные процессы в полимерных системах.</p> <p>Уметь: реализовать полученные знания для постановки и решения научных и практических</p>	<p><i>Л, СР, ИДЗ</i></p>

модификации изделий, их последующей обработки и в процессе эксплуатации	задач в области массопереноса в полимерных системах; Владеть: Владеть способностью использовать полученные знания об особенностях строения полимеров, способах надмолекулярной организации в полимерных системах для создания материалов с заданными диффузионными характеристиками.	
---	---	--

4. Объем и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Таблица 2

Показатель объема дисциплины	Трудоемкость
Объем дисциплины в зачетных единицах	3
Объем дисциплины в часах	108
Лекции (ч)	18
Практические занятия (семинары) (ч)	18
Самостоятельная работа (ч)	45
Форма контроля (зач./экз.)	Экзамен

4.2 Содержание разделов учебной дисциплины

Таблица 3

Наименование раздела учебной дисциплины	Лекции		Наименование практических (семинарских) занятий		Оценочные средства
	№ и тема лекции	Трудоемкость, час	№ и тема практического занятия	Трудоемкость, час	
Диффузия как самопроизвольный процесс. Движущая сила диффузии.	1. Диффузия как самопроизвольный процесс. Движущая сила диффузии. Скорость диффузии. Диффузия в газах, жидкостях и твердых телах. Взаимодиффузия и самодиффузия. Коэффициент диффузии. Факторы, влияющие на коэффициент диффузии.	3	1. Математическое описание диффузии. Уравнение Стокса-Эйнштейна. Экспериментальные методы определения коэффициента диффузии.	3	<i>Устный опрос в виде обсуждения и проверки тезисов и литературного обзора, Коллоквиум</i>
Математическое описание диффузии Уравнение Стокса-Эйнштейна. Стационарная и нестационарная диффузия. 1-й и 2-ой законы Фика Энергетический барьер, энергия активации.	2. Уравнение Стокса-Эйнштейна. Математическое описание диффузии. Стационарная и нестационарная диффузия. 1-й и 2-ой законы Фика.	2	2. Зависимость скорости диффузионных процессов от температуры. Энергетический барьер, энергия активации.	2	<i>Устный опрос в виде обсуждения и проверки тезисов и литературного обзора, Коллоквиум</i>
Механизм диффузии низкомолекулярных веществ в полимерах. Полимерные диффузионные системы. Диффузия в аморфных и кристаллических полимерах.	3. Механизм диффузии низкомолекулярных веществ в полимерах. Зависимость скорости диффузионных процессов от температуры. Энергетический барьер, энергия активации.	5	3. Дискуссия по материалам лекций. Написание коллоквиума.	5	<i>Устный опрос в виде обсуждения и проверки тезисов и литературного обзора, Коллоквиум</i>
Особенности диффузионных процессов в гетерогенном	4. Полимерные диффузионные системы. Физические, фазовые и	3	4. Диффузия воды в полимерах. Кинетика сорбции паров воды и	3	<i>Устный опрос в виде обсуждения</i>

катализе и биокатализе.	агрегатные состояния в полимерах Диффузия в аморфных и кристаллических полимерах		кинетика и набухания полимеров в воде.		<i>и проверки тезисов и литературного обзора, Коллоквиум</i>
Особенности диффузионных процессов в гетерогенном катализе и биокатализе.	5. Особенности гетерогенных процессов модификации полимеров, роль диффузии. Соотношение скоростей диффузии и химической реакции. Диффузионная и кинетическая области гетерогенной химической реакции.	2	5. Массопроницаемость полимерных материалов. Взаимосвязь механизма массопроницаемости и надмолекулярной и пористой структуры полимерных материалов. Методы исследования кинетики выхода биологически активных соединений из полимерных матриц. (дискуссия по материалам лекции). Написание коллоквиума.	2	<i>Устный опрос в виде обсуждения и проверки тезисов и литературного обзора, Коллоквиум</i>
Особенности гетерогенных процессов модификации полимеров, роль диффузии.	6. Гетерогенный катализ. Полимерные гетерогенные катализаторы. Особенности диффузионных процессов в гетерогенном катализе и биокатализе.	3	6. Диффузионная и кинетическая области гетерогенной химической реакции. Кинетическое уравнение для односубстратной ферментативной реакции (уравнение Михаэлиса). (дискуссия по материалам лекции).	3	<i>Устный опрос в виде обсуждения и проверки тезисов и литературного обзора, Коллоквиум</i>
ВСЕГО часов в семестре	.	18		18	<i>Экзамен</i>

5. Самостоятельная работа обучающихся

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание самостоятельной работы	Трудоемкость в часах
1	1-6	Подготовка к семинарам	10
2	1-6	Подготовка к коллоквиуму	5
3	1-6	Анализ экспериментальных данных	10
4	1-6	Подготовка к обсуждению в рамках круглого стола	5
5	1-6	Подготовка к устным дискуссиям	5
6	1-6	Подготовка к экзамену	10
ВСЕГО часов в семестре:			45

6. Образовательные технологии

При освоении дисциплины «Диффузионные процессы в полимерных системах» используются следующие образовательные технологии:

- использование самостоятельно добытого пережитого знания и умения;
- критическое мышление, умение анализировать ситуацию, принимать решение, решать проблему;
- креативность: способность видеть явление с разных точек зрения, вариативность мышления, поиск разных решений относительно одной ситуации.

В качестве наиболее часто используемых технологий обучения применяются: коммуникативные; интерактивные; интенсивные в форме лекций-дискуссий, круглых столов, диспутов.

Для активизации познавательного процесса аспирантам даются задания по самостоятельной подготовке отдельных фрагментов семинаров. Для ориентации учебного процесса на практическую деятельность проводится опрос об основных проблемах профессиональной деятельности аспирантов.

Основной акцент воспитательной работы делается на добросовестном, профессиональном выполнении всех учебных заданий.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются информационно-телекоммуникационные технологии в виде подготовки и трансляции презентаций домашних заданий.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

7.1 Примерная тематика курсовых проектов (работ) – не предусмотрены.

7.2 Примеры используемых оценочных средств для текущего контроля

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля (в форме коллоквиума):

1. Диффузия как самопроизвольный процесс. Критерии и признаки самопроизвольных процессов
2. Математическое описание диффузии. Уравнение Стокса-Эйнштейна. Стационарная и нестационарная диффузия. 1-й и 2-ой законы Фика.
3. Диффузионные явления в природе. Классификация явлений массопереноса.
4. Полимерные диффузионные системы. Физические, фазовые и агрегатные состояния в полимерах. Механизм диффузии низкомолекулярных веществ в полимерах.
5. Механизм диффузии низкомолекулярных соединений в полимерах. Механизм диффузии полимеров в растворах.
6. Взаимосвязь механизма массопроницаемости и надмолекулярной и пористой структуры полимерных материалов.
7. Соотношение скоростей диффузии и химической реакции. Особенности диффузионных процессов в гетерогенном катализе и биокатализе. Характер влияния температуры на скорость гетерогенного процесса.
8. Особенности гетерогенных процессов модификации полимеров, роль диффузии. Диффузия и сорбция. Диффузия в процессах крашения и модификации полимерных материалов.
9. Имобилизованные ферменты. Оценка кинетической и диффузионной областей биокаталитических реакций. Диффузионные модули.

Полный комплект оценочных средств приведен в приложении к рабочей программе.

7.3 Примеры используемых оценочных средств для промежуточной аттестации

Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации:

1. Диффузия как самопроизвольный процесс. Критерии и признаки самопроизвольных процессов
2. Математическое описание диффузии. Уравнение Стокса-Эйнштейна. Стационарная и нестационарная диффузия. 1-й и 2-ой законы Фика
3. Скорость диффузии и коэффициент диффузии. Диффузия в жидкостях, газах и пористых телах.
4. Взаимо- и самодиффузия растворителя и макромолекул в разбавленных и концентрированных растворах полимеров.
5. Стационарная и нестационарная диффузия. 1-й и 2-ой законы Фика
6. Механизм диффузии низкомолекулярных веществ в полимерах. Диффузия в аморфных и кристаллических полимерах.
7. Диффузионные явления в природе. Классификация явлений массопереноса.
8. Классификация экспериментальных методов определения коэффициентов диффузии в полимерных системах. Методы расчета.
9. Особенности гетерогенных процессов модификации полимеров, роль диффузии.
10. Диффузия и сорбция.
11. Диффузия в процессах превращения и модификации полимерных материалов.
12. Имобилизованные ферменты. Оценка кинетической и диффузионной областей биокаталитических реакций. Диффузионные модули.
13. Методы исследования кинетики выхода биологически активных соединений из полимерных матриц.
14. Массопроницаемость полимерных материалов. Взаимосвязь механизма массопроницаемости и надмолекулярной и пористой структуры полимерных материалов.
15. Взаимосвязь механизма массопроницаемости и надмолекулярной и пористой структуры полимерных материалов.
16. Зависимость скорости диффузионных процессов от температуры. Энергетический барьер, энергия активации.
17. Механизм диффузии низкомолекулярных веществ в полимерах.
18. Полимерные диффузионные системы. Физические, фазовые и агрегатные состояния в полимерах
19. Диффузия в аморфных и кристаллических полимерах
20. Механизм диффузии низкомолекулярных соединений в полимерах.
21. Механизм диффузии полимеров в растворах.

Полный комплект оценочных средств приведен в приложении к рабочей программе.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

8.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 5

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие)	Издательство	Год издания
1	2	3	4	5	6
Основная литература					
1	Кильдеева Н.Р.	Диффузия в полимерных системах	Учебное пособие	МГТУ	2006
2	Шишенок, М.В.	Высокомолекулярные соединения	Учебник	Минск: Выш. шк.	2012
Дополнительная литература					
3	Рудобашта С..П. Карташов Э.	Диффузия в химико-технологических процессах	Учебник	М. : Химия	1993
4	Лебедева, В. Н.	Диффузия, проницаемость и сорбция паров воды пленка-ми полимеров различной гидрофильности, используемых в производстве искусственных кож	Учебное пособие	М. : МТИЛП	1980

8.2. Электронные издания

8.3 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Ресурсы электронной библиотеки, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

№ пп	Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы
1.	ЭБС «Лань» http://www.e.lanbook.com/
2.	«Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М» http://znanium.com/
3.	Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/
4.	ЭБС «ИВИС» http://dlib.eastview.com/
Профессиональные базы данных, информационные справочные системы	
1.	Scopus https://www.scopus.com (международная универсальная реферативная база данных, индексирующая более 21 тыс. наименований научно-технических, гуманитарных и медицинских журналов, материалов конференций примерно 5000 международных издательств);
2.	Scopus http://www.Scopus.com/
3.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU https://elibrary.ru (крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования);
4.	Web of Science http://webofknowledge.com/ Русскоязычный сайт компании Thomson Reuters http://wokinfo.com/russian
5.	Журнал «Пластикс» http://www.plastics.ru
6.	Журнал «Международные новости мира пластмасс» http://www.plasticnews.ru

7.	База данных в мире Academic Search Complete - обширная полнотекстовая научно-исследовательская. Содержит полные тексты тысяч рецензируемых научных журналов по химии, машиностроению, физике, биологии. http://search.ebscohost.com
8.	Журнал «Химические волокна»: http://www.magpack.ru
9.	Патентная база компании QUESTEL – ORBIT https://www37.orbit.com/#PatentEasySearchPage

Перечень программного обеспечения

№п/п	Программное обеспечение	Реквизиты подтверждающего документа/ распространяемое	Свободно
1.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт 85-ЭА-44-20 от 28.12.2020	
2.	PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019	
3.	Office Pro Plus 2021 Russian OLV NL Acad AP LTSC	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021	
4.	Microsoft Windows 11 Pro	контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021	

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, д.2, строение 4.	
Аудитория №4217 - лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	– Комплект учебной мебели, специализированное оборудование: отжимное устройство, термошкафы, водяная баня, термостат, столик нагревательный с микроскопом, хроматограф, аналитические весы, химическая посуда установки для титрования, сокслеты, pH- метр.
Аудитория №4218 - лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	- Комплект учебной мебели, меловая доска, специализированное оборудование: термошкафы, водяная баня, термостаты, аналитические весы, технические весы, химическая посуда, установки для титрования, установки для синтеза полимеров, установка с 6-ю нагревательными ячейками снабженная обратными холодильниками, катетометр, консистометр.
Аудитория №4220 - лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	- Комплект учебной мебели, доска меловая, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: ноутбук, проектор, экран для проектора
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся
читальный зал библиотеки: помещение для самостоятельной	• Стеллажи для книг,

Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.	Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.
работы, в том числе, научно-исследовательской, подготовки курсовых и выпускных квалификационных работ.	<ul style="list-style-type: none"> • комплект учебной мебели, • 1 рабочее место сотрудника и <ul style="list-style-type: none"> – рабочие места для студентов, оснащенные персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду организации.

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины при обучении с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Необходимое оборудование	Параметры	Технические требования
Персональный компьютер/ноутбук/планшет, камера, микрофон, динамики, доступ в сеть Интернет	Веб-браузер	Версия программного обеспечения не ниже: Chrome 72, Opera 59, Firefox 66, Edge 79, Яндекс.Браузер 19.3
	Операционная система	Версия программного обеспечения не ниже: Windows 7, macOS 10.12 «Sierra», Linux
	Веб-камера	640x480, 15 кадров/с
	Микрофон	любой
	Динамики (колонки или наушники)	любые
	Сеть (интернет)	Постоянная скорость не менее 192 кБит/с

Технологическое обеспечение реализации программы осуществляется с использованием элементов электронной информационно-образовательной среды университета.