Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра химии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.7 Нефтехимический синтез»

Уровень высшего образования

СПЕЦИАЛИТЕТ

Специальность
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(код и наименование специальности)

Аналитическая химия
(наименование направленности (профиля)/специализации образовательной программы)

Квалификация
Химик. Преподаватель химии

Форма обучения
Очная

Год набора 2024

Рабочая программа дисциплины «*Б1.В.ДВ.7 Нефтехимический синтез*» рассмотрена утверждена на заседании кафедры

Кафедра химии
наименование кафедры

протокол № 6 от "5" 02 2024

Заведующий кафедрой
Кафедра химии _____ Г.В. Сальникова
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители
Доцент кафедры химии _____ Е.А. Строганова
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
04.03.01 Химия _____ Г.В. Сальникова
код, наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
_____ Н.Н. Биглецова
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
ХБФ _____ А.Н. Сизенцов
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации 21345 61

© Строганова Е.А., 2024
© ОГУ, 2024

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

обеспечить полное усвоение теоретических основ нефтехимического синтеза; сформировать навыки выполнения лабораторных работ по синтезу и исследованию физико-химических свойств органических соединений.

Задачи:

1) изучить химический состав нефти, химизм процессов нефтепереработки, катализаторы и оптимальные условия процессов, пути использования составных компонентов нефти, получаемые продукты, основные аппараты и оборудование нефтеперерабатывающих заводов;

2) сформировать умения обосновывать оптимальные варианты осуществления нефтехимиче-ского процесса с учетом выхода продуктов реакции, экономических и экологических факторов; прогнозировать направления протекания химических превращений; критически сопоставлять и анализировать существующие и перспективные технологии крупнотоннажного синтеза органических и нефтехимических продуктов.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.24 Органическая химия*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.В.П.4 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК*-1-В-1 Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий ПК*-1-В-2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	**Знать:** экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения научно-практических задач, связанных с выполнением эксперимента и обработкой результатов; основные области использования современной аппаратуры при проведении научных исследований; принцип работы современной аппаратуры при проведении научных исследований для решения поставленных задач НИР **Уметь:** планировать этапы работы, разумно выбирать материальные ресурсы из имеющихся, необходимые для выполнения эксперимента; методически

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		грамотно осуществлять органические синтезы с учетом особенностей физико-химических свойств исходных реагентов; работать на современной аппаратуре по стандартным методикам анализа; уметь адаптировать стандартные методики для проведения научных исследований; уметь готовить объекты исследований; проводить наблюдения и измерения, составлять их описание, формулировать выводы и интерпретировать результаты; пользоваться научной литературой и современным программным обеспечением для правильной интерпретации результатов эксперимента. **Владеть:** техникой выполнения эксперимента; навыками сборки основных приборов для получения органических веществ; навыками обращения с приборами для осуществления химического анализа; навыками составления описаний научных исследований и формулировкой выводов; знаниями о результатах подобных исследований из научной литературы.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	9 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**144**	**144**

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	9 семестр	всего
Контактная работа:	**102,25**	**102,25**
Лекции (Л)	52	52
Лабораторные работы (ЛР)	50	50
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- самостоятельное изучение разделов (общие сведения о нефтяной промышленности; синтез высокооктановых компонентов топлив; синтез капролактама; фталевые кислоты и их назначение в производстве волокон и смол; новые пути синтеза этиленгликоля; синтез аллилового спирта, акролеина, акриловой и метакриловой кислот и полимеров на их основе);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* - подготовка к лабораторным занятиям; *-подготовка к коллоквиуму;* *- подготовка к рубежному и промежуточному контролю.*	**41,75**	**41,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 9 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Общие сведения о нефтяной промышленности	12	2	-	2	8
2	Алканы и циклоалканынефти	20	4	-	8	8
3	Ароматические углеводороды (арены) нефти и углеводороды смешанного строения	34	6	-	20	8
4	Ненасыщенные углеводороды нефти и продуктов ее переработки	16	6	-	2	8
5	Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти	32	6	-	18	8
6	Термическиепревращенияуглеводородовнефти	14	4	-	-	10
7	Каталитическиепревращенияуглеводородовнефти	16	6	-	-	10
	Итого:	144	34		50	60
	Всего:	144	34		50	60

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Общие сведения о нефтяной промышленности

Роль нефтехимического синтеза в современном мире. Фракционный и химический состав нефти. Химические и технологические классификации нефтей.

2 Термические превращения углеводородов нефти

Термический крекинг. Висбрекинг. Коксование. Пиролиз. Технологические схемы. Химизм и механизм термических превращений углеводородов и других компонентов нефти. Сырье для пиролиза. Этилен, пропилен, бутилен, дивинил, циклопентадиен и другие непредельные углеводороды как продукты пиролиза. Возрастающая роль пиролиза в производстве ароматических углеводородов. Расширение сырьевой базы пиролиза. Пиролиз сырой нефти. Гидропиролиз. Синтез-газ. Основные способы его получения. Реакция Фишера-Тропша как способ получения синтетического бензина и ее механизм. Реакция гидроформилирования.Высокотемпературный

крекингметана и других углеводородов для производства ацетилена. Механизм синтеза ацетилена. Способы выделения ацетилена и методы очистки.

3 Каталитические превращения углеводородов нефти *Каталитический крекинг. Гидрокрекинг. Гидроочистка. Каталитический риформинг. Алкилирование. Изомеризация.* Технологические схемы. Химизм и механизм каталитических превращений углеводородов и других компонентов нефти. Основные продукты каталитического крекинга. Катализаторы крекинга: состав (общая формула), структурные компоненты, строение кристаллической решетки. Классификация цеолитов. Строение элементарной ячейки цеолитов. Принцип работы цеолитсодержащих алюмосиликатных катализаторов крекинга: протонные и апротонные каталитические центры – виды, механизмы взаимодействия с углеводородами. Дезактивация цеолитсодержащих алюмосиликатных катализаторов крекинга: виды ядов, причины дезактивации. Организация процессов регенерации катализаторов. Химизм превращения углеводородов в процессе каталитического крекинга: классификация процессов, схемы превращений углеводородов различных классов. Реакции риформинга: дегидрогенизация, изомеризация, дегидроциклизация. Дигидроконденсация. Гидрокрекинг и гидроочистка. Бифункциональные катализаторы. Суть платформинга. Промоторы катализаторов платформинга: виды, принцип действия, условия применения.

4 Алканы и циклоалканы нефти

Использование алканов в нефтехимическом синтезе. Реакции окисления алканов: каталитическое и некаталитическое окисление, цепной механизм окисления. Важнейшие промышленные процессы окисления алканов: получение формальдегида и метилового спирта из метана; уксусной кислоты из этана и бутана; высших жирных спиртов и кислот. Изомеризация углеводородов на примере бутана, пентана, пяти- и шестичленныхциклоалканов. Катализаторы и механизм реакций. Синтез высокооктановых компонентов топлив (изооктана, неогексана, триптана). Циклогексан – сырье для синтеза капролактама. Получение циклогексанола, циклогексанона и адипиновой кислоты. Синтез капролактама на основе углеводородов других классов.

5 Ароматические углеводороды (арены) нефти и углеводороды смешанного строения

Использование аренов в нефтехимическом синтезе. Бензол и основные пути его использования. Способы увеличения ресурсов бензола: термическое и каталитическое деалкилирование его гомологов. Механизм реакции и катализаторы для ее проведения. Толуол – высокооктановая добавка к топливу и сырье для органического синтеза (в плане перспективы замены бензола и *n*-ксилола как исходных в синтезе фенола, капролактама, терефталевой кислоты). Ксилолы. Ресурсы и пути их увеличения. Изомеризация и разделение изомеров. Окисление ксилолов, катализаторы, механизм их действия. Фталевые кислоты и их значение в производстве волокон и смол. Пластификаторы. Кумол: синтез и окисление. Алкилирование ароматических углеводородов с использованием алкенов, спиртов и галоидных алкилов. Катализаторы и механизм.

6 Ненасыщенные углеводороды продуктов переработки нефти

Алкены и алкадиены как продукты термической и каталитической переработки нефтяных фракций. Физико-химические свойства. Использование непредельных углеводородов в нефтехимическом синтезе. Газообразные олефины:методы выделения и тонкой очистки. Динамика производства, потребления и пути использования этилена, пропилена, бутилен и изобутилена. Значение алкенов и алкадиенов для расширения сырьевой базы мономеров. Сополимеризация олефинов с другими мономерами, новые перспективные полимерные материалы на основе сополимеров алкенов. Синтез олигомеров и полимеров на основе изобутилена. Реакции окисления алкенов. Окислительный аммонолиз – основной метод синтеза акрилонитрила. Другие способы получения акрилонитрила, перспективы развития и применения. Гидратация оксида этилена. Этиленгликоль. Новые пути синтеза этиленгликоля.Оксид пропилена, синтез и применение. Аллиловый спирт, глицерин. Окисления этилена в ацетальдегид (Вакер-процесс) и уксусную кислоту. Синтез акролеина на основе пропилена. Получение метакриловой кислоты из изобутилена. Эфиры акриловой и метакриловой кислот. Синтез полимеров на их основе. Получение малеинового ангидрида окислением бутена-2. Гидрирование алкенов. Гидратация алкеновв присутствии протонных кислот. Парофазная каталитическая гидратация. Синтез бутиловых спиртов. Окислительная гидратация. Прямой синтез ацетона из пропилена и воды. Синтез высших спиртов (процесс Циглера). Реакции алкенов с галогенами и галогеноводородами. Окислительное и заместительное хлорирование. Хлористый винил. Дихлорэтан: практически значимые методы получения и синтезы на его основе. Присоединение галогеноводородов и хлорноватистой кислоты к алкенам. Применение хлоргидринов для синтеза оксидов алкенов.Бутадиен-1,3 (дивинил). Выделение из продуктов переработки нефти. Циклодимеризация и циклоолигомеризация дивинила. Пути использования олигомеров. Синтезы на базе бутадиена. Изопрен. Промышленные способы

получения из пропилена, изобутилена и 2-метилбутана. Высшие диеновые углеводороды: синтез и применение.

7 Гетероатомные соединения и минеральные вещества нефти

Кислород-, серо- и азотсодержащие соединения нефти. Кислородсодержащие соединения нефти. Нафтеновые кислоты и фенолы. Классификация нефти и продуктов переработки твердых горючих ископаемых по содержанию серы и типу серосодержащих органических соединений. Методы обессеривания углеводородсодержащего сырья. Катализаторы этих процессов и механизм их действия. Выделение органических соединений серы из нефти. Синтез индивидуальных серосодержащих органических соединений на базе нефтяного сырья. Азотсодержащие соединения, входящие в состав нефти. Методы выделения и пути использования. Смолисто-асфальтеновые вещества (нейтральные смолы, асфальтены, асфальтогеновые кислоты).

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1, 4-6	Углеводороды нефти. Методы их получения и химические свойства.	6
2	7	Определение минеральных кислот и щелочей в жидких нефтепродуктах	4
3	4	Выделение насыщенных углеводородов нормального строения методом экстрактивной кристаллизации с мочевиной	6
4	5	Очистка керосиновой фракции от ароматических углеводородов адсорбцией на адсорбционной колонке	6
5	5	Получение изопропилбензола алкилированием бензола изопропилхлоридом	6
6	7	Гетероатомные соединения нефти и нефтепродуктов	4
7	5, 7	Получение о-бензоилбензойной кислоты из фталевого ангидрида и бензола	6
8	5, 7	Получение 2-(4-толуоил)бензойной кислоты из фталевого ангидрида и толуола	6
9	5, 7	Получение 4-метилацетофенона (метил-п-толилкетона) из толуола и хлористого ацетила	6
		Итого:	50

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Ахмедьянова, Р. А. Технология нефтехимического синтеза : учебное пособие : [16+] / Р. А. Ахмедьянова, А. П. Рахматуллина, Н. В. Романова ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2013. – 100 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258700 (дата обращения: 15.04.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-1494-8. – Текст : электронный

2. Лебедев, Н.Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза [Текст] : учебник для студентов химико-технологических специальностей вузов / Н. Н. Лебедев.- 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Альянс, 2016. - 592 с. : ил. - Библиогр.: с. 572. - Предм. указ.: с. 573-589. - ISBN 978-5-91872-035-6.

3. Кунавина, Е. А. Анализ нефти и нефтепродуктов [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия и направлению подготовки 04.03.01 Химия / Е. А. Кунавина, Т. Р. Кочулева ; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 3.05 Мб). -

Оренбург : ОГУ, 2018. - 173 с. - Загл. с тит. экрана. -AdobeAcrobatReader 6.0 – Режим доступа: http://elib.osu.ru/handle/123456789/13750

4. Приготовление и тестирование катализаторов крекинга и риформинга нефтехимической направленности : учебное пособие : [16+] / О. В. Потапенко, В. Ю. Трегубенко, П. В. Липин [и др.] ; Омский государственный технический университет, Институт катализа им. Г. К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук (Омский филиал). – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2020. – 95 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682326 (дата обращения: 03.05.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-3048-4. – Текст : электронный.

5. Орлова, Н. В. Технологии основных производств химической и нефтехимической промышленности : учебное пособие : в 2 частях / Н. В. Орлова, Н. Ц. Гатапова, Н. В. Алексеева ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2017. – Часть 1. Исторические аспекты развития химической и нефтехимической промышленности. – 81 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499181 (дата обращения: 03.05.2024). – Библиогр.: с. 78-80. – ISBN 978-5-8265-1742-0. – Текст : электронный.

5.2 Дополнительная литература

1. Магарил, Р. З. Теоретические основы химических процессов переработки нефти : учеб. пособие для студентов вузов[Текст] / Р. З. Магарил . - Москва : Книжный дом, 2008. – 280 с. : табл., ил.. - Библиогр.: с. 274-277. - ISBN 978-5-98227-371-0.

2. Тимофеев, В. С. Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза : учеб. пособие для вузов / В. С. Тимофеев, Л. А. Серафимов .- 2-е изд., перераб. - М. :Высш. шк., 2003. - 536 с. : ил. - ISBN 5-06-004267-7.

3. Бардик, Д. Л. Нефтехимия : пер. с англ. / Д. Л. Бардик, У. Л. Леффлер. - М. : Олимп-Бизнес, 2003. - 416 с. : ил. - (Для профессионалов и неспециалистов). - Парал. тит. л. англ - ISBN 5-901028-19-8. - ISBN 0-87814-344-0.

4. Леффлер У.Л. Переработка нефти. М: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2014, 224 с.

5.3 Периодические издания

1. Органическая химия : реферативный журнал. - М. :Агенство "Роспечать", 2008.
2. Успехи химии : журнал. - М. :Агенство "Роспечать", 2010.
3. Химия и жизнь - XXI век : журнал. - М. :Агенство "Роспечать", 2015.
4. Нефтехимия : журнал. - Москва : Агентство "Роспечать", 2011.

5.4 Интернет-ресурсы

1. Электронная библиотека IQlib (образовательные издания, электронные учебники, справочные и учебные пособия) - http://www.iqlib.ru/ .
2. Электронная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (методическая и учебная литература, создаваемая в электронном виде авторами СПбГТУ по профилю образовательной и научной деятельности университета) - http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib/.
3. http://www.msu.ru Сайт Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова
4. http://www.edu.ru/ Федеральный портал «Российское образование»
5. https://openedu.ru/ - «Открытое образование»; Каталог курсов, МООК: «Основы нефтегазового дела»

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС[1]
2. Пакет офисных приложений LibreOffice[2]
3. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru
4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2023]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\GarantClient\garant.exe
5. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2023]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\!CONSULT\cons.exe
6. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория органической химии, оснащенная специальным оборудованием (холодильники, дефлегматоры, ректификационные колонки, хлоркальциевые трубки, кристаллизаторы, эксикаторы, штативы), приборами (нагревательные приборы, термометры, водяные и масляные бани, прибор Жукова, пикнометр, рефрактометр, прибор для фракционной разгонки при атмосферном давлении, прибор для вакуумной перегонки, прибор для перегонки с водяным паром, муфельные и трубчатые печи, баллоны для хранения сжиженных и сжатых газов, газометры, расходные газосчетчики), химической посудой (пробирки, химические стаканы, колбы, мерная посуда, воронки, фарфоровые чашки) и химическими реактивами, необходимыми для проведения лабораторных опытов. В лаборатории предусмотрены аптечка и средства пожаротушения, а также индивидуальные средства защиты.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Раздел 1.01 [1]**Для Рабочих станций в редакции «Стандартная» или ОС Astra Linux (для кафедры КБиМОИС)**

2 Включает в себя текстовый процессор для всех видов документов Writer, табличный процессор Calc, программу для создания презентаций Impress, векторный графический редактор для создания блок-схем и диаграмм Draw, редактор формул Math, компонент, предназначенный для создания баз данных Base.