

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Основы нефтехимии

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Нефтехимия и катализ

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) старший научный сотрудник, к.н. Бекмухамедов Г.Э. (НИЛ Промышленный катализ, Химический институт им. А.М. Бутлерова), giyjaz.bekmoukhamedov@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1	способностью владеть культурой мышления, умение аргументировано и ясно строить устную и письменную речь
ОК-2	способностью уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям, толерантность в восприятии социальных и культурных различий
ПК-10	способностью применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и языки баз данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии
ПК-3	способностью понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат
ПК-4	способностью в составе научно-исследовательского и производственного коллектива решать задачи профессиональной деятельности
ПК-5	способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- элементный и химический состав углеводородного сырья различной природы;
- свойства нефти, нефтепродуктов и продуктов нефтехимии, направления их использования;
- методы разделения компонентов нефти и газа;
- назначение и классификацию основных процессов нефтехимического синтеза;
- механизмы превращений углеводородов в основных процессах нефтепереработки и нефтехимии;
- теоретические основы газофазных и жидкофазных термических превращений углеводородов;
- теоретические основы превращений углеводородов в карбоний-ионных реакциях;
- свойства, способы получения и направления использования серу-, кислород- и азотсодержащих соединений

Должен уметь:

- разбираться в основных источниках углеводородного сырья;
- ориентироваться в процессах разделения углеводородов;
- ориентироваться в основных некаталитических и каталитических процессах нефтехимического и основного органического синтеза;
- разбираться в технологическом оборудовании и приемах, используемых в нефтехимическом синтезе;
- ориентироваться в учебной, научной и справочной литературе в области нефтехимии.

Должен владеть:

- анализа влияния термодинамических, кинетических параметров и состава сырья на протекание процессов нефтехимического синтеза;
- подбора оптимального способа, реакционной аппаратуры и режима синтеза и продуктов нефтехимии;

- чтения и анализа технологических схем процессов нефтехимии

Должен демонстрировать способность и готовность:

чтения и анализа технологических схем процессов нефтехимии

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.2 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.04.01 "Химия (Нефтехимия и катализ)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 28 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 28 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 44 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Назначение процессов нефтехимического синтеза	3	0	2	0	2
2.	Тема 2. Природные горючие ископаемые	3	0	2	0	2
3.	Тема 3. Природный и попутный газ	3	0	2	0	2
4.	Тема 4. Промежуточные и конечные продукты нефтехимии	3	0	4	0	4
5.	Тема 5. Методы разделения углеводородов	3	0	4	0	4
6.	Тема 6. Термические превращения различных классов углеводородов	3	0	2	0	2
7.	Тема 7. Термокаталитические превращения углеводородов нефти	3	0	2	0	2
8.	Тема 8. Процессы гидрирования и дегидрирования	3	0	2	0	6
9.	Тема 9. Процессы алкилирования и изомеризации	3	0	2	0	6
10.	Тема 10. Кислородсодержащие органические соединения	3	0	2	0	6
11.	Тема 11. Галоидсодержащие органические соединения	3	0	2	0	4
12.	Тема 12. Азот- и серусодержащие органические соединения	3	0	2	0	4
	Итого		0	28	0	44

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Назначение процессов нефтехимического синтеза

Назначение процессов нефтехимического синтеза

Нефтехимия изучает процессы превращения нефтяных углеводородов в продукты высшей химической ценности.

Пять главных групп исходных веществ для синтеза многих тысяч других соединений:

- 1) парафины (от метана до углеводородов C₁₅?C₄₀);
- 2) олефины (C₂H₄, C₃H₆, C₄H₈, C₅H₁₀);
- 3) ароматические углеводороды (бензол, толуол, ксилолы, нафталин);
- 4) ацетилен;
- 5) оксид углерода и синтез-газ (смесь CO и H₂).

Структура нефтехимических производств

Нефтеперерабатывающие и нефтехимические производства подразделяются на:

- процессы первичной подготовки и переработки нефти;
- процессы первичной подготовки и переработки природного газа;
- процессы первичной подготовки и переработки попутного газа;
- получение мономеров;
- получение промежуточных нефтехимических продуктов;
- получение товарных нефтехимических продуктов.

Тема 2. Природные горючие ископаемые

Нефть

Нефть представляет собой сложную смесь органических соединений. В ее составе обнаружены сотни углеводородов различного строения, многочисленные гетероорганические соединения.

Важным показателем качества нефти является фракционный состав. Фракционный состав определяется при лабораторной перегонке, в процессе которой при постепенно повышающейся температуре из нефти отгоняют различные фракции, отличающиеся друг от друга пределами выкипания.

При промысленной перегонке нефти используют лабораторный метод постепенного испарения, а схемы с так называемым однократным испарением и дальнейшей ректификацией. Фракции, выкипающие до 350 °C, отбирают при давлении, несколько превышающем атмосферное; они носят название светлых дистиллятов (фракций).

Теории происхождения нефти

Известно, что при нагревании сапропелевых сланцев до 150?170 °C начинается слабое термическое разложение органического вещества, приводящее к повышению выхода экстрактивных веществ; при 200 °C их образуется заметно больше, а при 370?400 °C после нагревания в течение 1 ч уже до 60?80 % органического вещества сланца переходит в растворимое состояние. Образуется много асфальтово-смолистых веществ, содержащих все основные классы нефтяных углеводородов, а также газы (CO₂, CH₄, H₂S) и пирогенетическая вода.

В принципе тот же самый процесс термического (или термокаталитического) разложения происходит и в природных условиях при погружении содержащих сапропелевое органическое вещество отложений под накапливающимися над ними более молодыми осадками. Только в природных условиях он протекает крайне медленно, со скоростью погружения осадков обычно от 50?100 до 300 м/млн лет. Опускание на глубину 2?3 км, характеризующуюся распространением большей части залежей образовавшейся нефти и температурой до 150?160 °C, осуществляется за время от 10 до 60 млн лет.

Запасы нефти в мире и России

Запасы топлива в развитых странах-членах ОЭСР в 1998 г. достигли рекордного уровня ? более 4 млрд. барр., и именно в этот период цены на нефть опустились до минимального уровня за предыдущие четверть века.

Общей современной тенденцией в структуре использования нефти в мировой экономике является снижение доли ее потребления в электро- и теплоэнергетике в качестве котельно-печного топлива и увеличение ? в качестве транспортного моторного топлива и нефтехимического сырья.

Нефть была, есть и в обозримом будущем останется основным источником первичной энергии, потребление которой неуклонно расширяется в связи с дальнейшим развитием мировой экономики. Одновременно растет использование нефти и нефтепродуктов в качестве сырья для химической промышленности, что, как известно, экономически более оправданно и эффективно по сравнению с прямым энергетическим использованием углеводородов.

Тема 3. Природный и попутный газ

Элементный и химический состав природного и попутного нефтяного газа

Газ может находиться в природе в залежах трех типов: газовых, газонефтяных и газоконденсатных.

В залежах первого типа газ образует огромные естественные под-земные скопления, не имеющие непосредственной связи с нефтяными месторождениями. В залежах второго типа газонефтяных газ сопровождает нефть или нефть сопровождают газ. Каждая газонефтяная залежь характеризуется газовым фактором количеством газа (м³), приходящимся на 1000 кг нефти. Величина газового фактора колеблется для различных залежей в очень широком диапазоне.

Газоконденсатные залежи характеризуются высоким давлением (более 3·10⁷ Па) и высокими температурами (80-100 °С и выше) в пласте. В этих условиях в газ переходят углеводороды С₅ и выше, а при снижении давления происходит конденсация этих углеводородов процесс обратной конденсации.

Природные и попутные нефтяные газы, газоконденсаты.

Физические и химические свойства

Природные газы состоят в основном из метана. Наряду с метаном в них обычно содержатся этан, пропан, бутан, небольшое количество пентана и высших гомологов и незначительные количества неуглеводородных компонентов: углекислого газа, азота, сероводорода и инертных газов (аргона, гелия и др.).

Запасы и добыча газа в мире и России

Добыча газа в России

Направления и особенности переработки углеводородных газов

Тема 4. Промежуточные и конечные продукты нефтехимии

Продукты нефтехимического синтеза. Пути использования

По назначению все продукты отрасли они подразделяются на две группы, промежуточные продукты для синтеза других веществ в той же или других отраслях органической технологии и продукты целевого применения в разных отраслях хозяйства.

Промежуточные продукты

Многие вещества, почти не имеющие целевого применения в народном хозяйстве, производят главным образом для того, чтобы на их основе синтезировать другие ценные соединения. Это промежуточные продукты органического синтеза.

Мономеры и исходные вещества для полимерных материалов

Их производство занимает важное место в нефтехимическом синтезе, обеспечивающем сырьем промышленность пластических масс, синтетического каучука, синтетических лаков, клеев, пленочных материалов, волокон.

Пластификаторы

В производстве синтетических полимеров и изделий из них наряду с мономерами и исходными веществами большую роль играют пластификаторы и другие вспомогательные вещества, которые способствуют процессу синтеза или улучшают технические свойства получаемых полимеров и изделий.

Синтетические поверхностно-активные и моющие вещества

Поверхностно-активные свойства появляются у органических веществ, содержащих в молекуле гидрофобную группу. Наряду с ней гидрофильную (полярную) группировку, способную к сольватации водой. Ввиду такой особенности строения поверхностно-активного вещества (ПАВ) концентрируется на поверхности раздела фаз, ориентируясь своей гидрофобной группой к масляно-жировому компоненту системы, а гидрофильной к воде. В результате значительно уменьшается поверхностное натяжение, что способствует хорошему смачиванию материала и переходу загрязнений в воду.

Синтетическое топливо, смазочные масла и добавки к ним

Многие продукты основного органического и нефтехимического синтеза имеют важное значение в автомобильном транспорте, авиации, ракетной технике и других областях. К ним относятся синтетические моторные и ракетные топлива, смазочные масла, присадки, улучшающие свойства топлив и масел, антифризы, препятствующие замерзанию охлаждающих жидкостей, тормозные и гидравлические жидкости.

Растворители и экстрагенты

Пестициды и химические средства защиты растений

Тема 5. Методы разделения углеводородов

Тепломассобменные процессы: перегонка и ректификация

Ввиду сложности химического состава нефти для разделения её на более или менее однородные группы и фракции применяются разнообразные методы: перегонка и ректификация, молекулярная перегонка, азеотропная и экстрактивная ректификация, адсорбция, кристаллизация, получение комплексных соединений и др.

Абсорбция

Абсорбцией называют процесс поглощения газов или паров из газовых или парогазовых смесей жидким поглотителем - абсорбентом. Если поглощаемый газ-абсорбтив химически не взаимодействует с абсорбентом, то такую абсорбцию называют физической (непоглощаемую составную часть газовой смеси называют инертном, или инертным газом). Если же абсорбтив образует с абсорбентом химическое соединение, то такой процесс называют хемосорбцией. В технике часто встречается сочетание обоих видов абсорбции.

Адсорбция

Выделение некоторых классов соединений, присутствующих в нефтях и нефтепродуктах, осуществляется с большей избирательностью на адсорбентах, чем с помощью селективных растворителей. Структура твердых адсорбентов позволяет локализовать и ориентировать на поверхности более интенсивные силовые поля, что возможно в растворах с полярными растворителями.

Периодическое (постепенное) и однократное испарение

Перегонка с постепенным испарением состоит в постепенном нагревании нефти от начальной до конечной температуры с непрерывным отводом и конденсацией образующихся паров. Этот способ перегонки нефти и нефтепродуктов в основном применяют в лабораторной практике при определении их фракционного состава.

Тема 6. Термические превращения различных классов углеводородов

Теоретические основы термического превращения различных классов углеводородов. Химизм и кинетика радикально-цепных реакций углеводородов

Термодинамика. Для всех углеводородов, кроме ацетилена, с повышением температуры энергия Гиббса возрастает. Чем большим запасом свободной энергии обладает молекула, тем менее она стабильна, т. е. термодинамическая стабильность всех углеводородов (кроме ацетилена) с повышением температуры падает. Энергия Гиббса алканов и циклоалканов увеличивается быстро, алкенов и аренов - медленно.

Кинетика и механизм процесса. Термические реакции углеводородов протекают главным образом по радикально-цепному механизму.

Инициирование цепи.

Продолжение цепи

Обрыв цепи.

Тема 7. Термокаталитические превращения углеводородов нефти

Общие сведения о катализе и катализаторах

Катализ - изменение скорости химических реакций под влиянием веществ - катализаторов, многократно вступающих в промежуточное химическое взаимодействие с участниками реакций и восстанавливающих после каждого цикла промежуточного взаимодействия свой химический состав.

Активность, селективность и стабильность катализаторов

В подавляющем большинстве случаев в присутствии катализатора помимо основной протекает еще ряд параллельных и последовательных реакций. Доля исходных веществ, превращаемая в целевой продукт, характеризует селективность катализатора. Селективность реакции на данном катализаторе зависит также от условий процесса.

Превращения углеводородов по реакциям карбоний-ионного механизма

Кислотный катализ. Катализ жидкими и твердыми кислотами широко применяют в нефтеперерабатывающей промышленности. Каталитическое действие кислот обусловлено образованием при их взаимодействии с углеводородами катионов, называемых карбоний-ионами или карбокатионами. Обычно карбокатионы образуются при передаче протона от катализатора (кислота НХ) к молекуле ненасыщенного углеводорода.

Реакции карбокатионов

Изомеризация.

Распад по β -правилу.

Присоединение карбокатионов к алкенам и аренам

Отрыв гидрид-иона от молекулы углеводорода.

Каталитический крекинг

Каталитический крекинг? самый многотоннажный промышленный химический процесс. Основная цель процесса? получение высокооктанового бензина и ценных сжиженных газов. В качестве сырья в процессе каталитического крекинга используются фракции, кипящие $>360^{\circ}\text{C}$. В последние годы в мировой нефтепереработке наблюдается тенденция к непрерывному утяжелению сырья. На современных установках перешли к переработке глубоковакуумных газойлей с температурой конца кипения $540-620^{\circ}\text{C}$.

Катализаторы крекинга

Промышленные катализаторы крекинга представляют собой в этой связи сложные многокомпонентные системы Превращения алканов в процессе каталитического крекинга

Часть молекул алканов подвергается вначале термическому крекингу. Образующиеся олефины присоединяют протоны, находящиеся на катализаторе, и превращаются в карбокатионы.

Технологическая схема установки каталитического крекинга

Промышленные установки каталитического крекинга имеют однотипную схему по фракционированию продуктов крекинга и различаются в основном конструктивным оформлением и принципом реакционного блока. В нефтепереработке эксплуатируются установки разных поколений: с циркулирующим шариковым катализатором, с кипящим слоем микросферического катализатора и с лифт-реактором.

Тема 8. Процессы гидрирования и дегидрирования

Назначение и разновидности процесса гидрирования

Под дегидрированием понимают химические процессы, связанные с отщеплением атомов водорода от органического соединения. Гидрирование (или гидрогенизация) заключается в превращениях органических соединений под действием молекулярного водорода.

Классификация реакций дегидрирования. Наиболее типичные реакции дегидрирования можно классифицировать по виду связей между атомами, от которых отщепляется водород ($\text{C}-\text{C}$ -, $\text{C}-\text{O}$ -, $\text{C}-\text{N}$ -дегидрирование).

Классификация реакций гидрирования. Реакции гидрирования (или гидрогенизации) можно разделить на три группы

Термодинамика, механизм, кинетика и катализаторы процесса гидрирования углеводородов различных классов, кислород- и азотсодержащих соединений

Равновесие реакции гидрирования и дегидрирования.

Влияние термодинамических факторов на выбор условий процесса.

Катализаторы. Реакции в принципе катализируются дегидрирования- гидрирования одними и теми же веществами.

Тема 9. Процессы алкилирования и изомеризации

Назначение и классификация процессов алкилирования

Алкилированием называют процессы введения алкильных групп в молекулы органических и некоторых неорганических веществ. Эти реакции имеют очень большое практическое значение для синтеза алкилированных в ядро ароматических соединений, изопарафинов, многих меркаптанов и сульфидов, аминов, веществ с простой эфирной связью, элемент- и металлоорганических соединений, продуктов переработки α -оксидов и ацетилена. Процессы алкилирования часто являются промежуточными стадиями в производстве мономеров, моющих веществ и т. д.

Классификация реакций алкилирования.

Теоретические основы алкилирования парафиновых и ароматических углеводородов

Алкилирующие агенты и катализаторы. Все алкилирующие агенты по типу связи, разрывающейся в них при алкилировании

Катализаторы. При алкилировании ароматических углеводородов (бензол, толуол и др.) хлорпроизводными в промышленности в качестве катализатора используют только хлорид алюминия. Он же применяется при алкилировании углеводородов олефинами, но в этом случае пригодны и другие катализаторы кислотного типа (H_2SO_4 , безводный HF , BF_3 , фосфорная кислота на носителях, алюмосиликаты, цеолиты).

Механизм реакции. В качестве алкилирующих агентов в промышленности применяют главным образом хлорпроизводные и олефины. Использование спиртов менее эффективно, потому что при алкилировании спиртами хлорид алюминия разлагается, а протонные кислоты разбавляются образующейся водой.

Кинетика процесса. Сама реакция алкилирования с активным комплексом хлорида алюминия идет очень быстро, сильно ускоряется при механическом перемешивании или интенсивном барботировании газообразных олефинов через реакционную массу и протекает в диффузионной или близкой к ней области. Лимитирующей является стадия диффузии олефина через пограничную пленку каталитического комплекса хлорида алюминия, в которой протекают все реакции.

Тема 10. Кислородсодержащие органические соединения

Назначение и характеристика процессов окисления углеводородов

Практическое значение процессов окисления в промышленности основного органического и нефтехимического синтеза трудно переоценить. Их первостепенную роль обусловили следующие причины.

Определение и классификация реакций окисления. В отличие от неорганической химии они обычно не сопровождаются изменением валентности элементов. Общим их признаком не является также введение в молекулу атомов кислорода; последнее происходит и при других реакциях (гидролиз, гидратация), не имеющих отношения к окислению, и кроме того, есть реакции окисления, при которых число атомов кислорода в молекуле не изменяется.

Окислительные агенты

Радикально-цепное окисление. Теоретические (химизм, термодинамика, кинетика) и технологические основы процесса окисления парафинов

Этот тип реакций характерен для окисления по насыщенному атому углерода и включает три группы процессов:

- 1) окисление парафинов и их производных;
- 2) окисление циклопарафинов и их производных;
- 3) окисление боковых цепей алкилароматических углеводородов.

Целевыми продуктами в разных случаях являются гидропероксиды, спирты, альдегиды, карбоновые кислоты и их ангидриды.

Радикально-цепное окисление осуществляют главным образом в жидкой фазе в гомогенных условиях. Его можно подразделить на две группы: термическое (автоокисление) и катализируемое солями металлов переменной валентности (Co, Mn и др.).

Механизм образования продуктов окисления. При окислении углеводородов образуется целый ряд молекулярных продуктов: гидропероксиды, спирты, кетоны, альдегиды, карбоновые кислоты, сложные эфиры и некоторые более сложные полифункциональные соединения.

Гидропероксиды – это первичные молекулярные продукты окисления углеводородов. Они нестабильны, превращаются при окислении в другие продукты.

Спирты и карбонильные соединения являются вторичными продуктами окисления углеводородов. Спирты получают в значительном количестве только при окислении парафинов и нафтенатов, но не из алкилароматических соединений.

Карбоновые кислоты образуются при окислении углеводородов с сохранением их углеродной цепи или с деструкцией по C-C-связи.

Альдегиды являются наиболее легко окисляемыми соединениями, поэтому при окислении углеводородов в жидкой фазе они либо образуются в небольшом количестве.

Тема 11. Галоидсодержащие органические соединения

Назначение и классификация процессов галогенирования

Галогенированием в широком смысле слова называют все процессы, в результате которых в органические соединения вводятся атомы галогена. В зависимости от вида галогена различают реакции фторирования, хлорирования, бромирования и иодирования.

Характеристика процессов галогенирования. Галогенопроизводные получают тремя основными путями: замещением, присоединением и расщеплением.

Термодинамика реакций галогенирования

Термодинамика реакций галогенирования. Реакции галогенирования сильно различаются энергетическими характеристиками, что предопределяет их существенные особенности.

Тепловой эффект уменьшается в ряду $F_2 > Cl_2 > Br_2 > I_2$, причем особое место занимают реакции фторирования и йодирования. Первые сопровождаются очень большим выделением тепла, превышающим энергию разрыва связей $C-C$ и $C-H$. Если не принять особых мер, это приведет к глубокому разложению органического вещества. С другой стороны, йодирование протекает сочень небольшим или даже отрицательным тепловым эффектом и, в отличие от реакций с фтором, хлором и бромом, является обратимым. Это наряду с низкой активностью йода как реагента заставляет получать йодопроизводные другими путями.

Хлорирование парафинов. Назначение и теоретические основы процесса

При хлорировании парафиновых углеводородов атомы хлора замещают в них атомы водорода, которые отщепляются с образованием хлористого водорода. При этом могут быть получены моно-, ди-, три- и полихлорпроизводные.

Применение хлорзамещенных метанов.

Хлористый метил получил применение в химической промышленности как метилирующее средство, например для получения метилцеллюлозы; его используют для производства антидетонатора – тетраметилсвинца.

Хлористый метил применяется также в качестве растворителя в производстве бутилкаучука.

Тема 12. Азот- и серосодержащие органические соединения

Назначение и классификация процессов нитрования углеводородов

Нитропроизводные парафинов находят применение в промышленности. Так, нитрометан CH_3NO_2 , нитроэтан $C_2H_5NO_2$ и нитропропан $C_3H_7NO_2$ являются хорошими растворителями некоторых высокомолекулярных соединений (эфиров целлюлозы, винильных полимеров). Нитропарафины могут применяться в качестве добавок, снижающих температуру самовоспламенения дизельных топлив, и как промежуточные продукты в синтезах ряда органических соединений, имеющих промышленное значение. Восстановлением нитропарафинов в кислой среде можно получить, восстановлением динитропарафинов в других условиях – альдегиды и кетоны, действием минеральных кислот на нитропарафины – жирные кислоты и далее аминоспирты и т. д.

Физико-химические свойства и применение нитропарафинов

Нитроалканы широко применяются в промышленности. Они являются хорошими растворителями для нитро- и ацетилцеллюлозы, виниловых смол и др. 2,2'-динитропропан и 2-нитропропан используются в качестве присадок к дизельному топливу для увеличения cetанового числа. Нитропроизводные применяются для получения взрывчатых веществ, окислителей в ракетном топливе, а также как исходные вещества в различных синтезах.

Механизм процессов нитрования углеводородов

Реакция нитрования парафинов относится к свободно-радикальным процессам. Свободные радикалы возникают за счет гомолитического расщепления азотной кислоты и последующего взаимодействия образовавшихся частиц с углеводородом.

Диоксид азота, выделившийся при первой из реакций или тот, что используется в качестве нитрующего агента, также способен реагировать с углеводородом, отрывая от него атом водорода (это объясняется строением диоксида азота, имеющего неспаренный электрон). Основная реакция нитрования протекает путем взаимодействия свободных радикалов с диоксидом азота, что не позволяет развиваться цепному процессу.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Катализ в промышленности, периодический журнал - <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1140752>

Кинетика и катализ, периодический журнал - <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=712147>

Неорганические материалы, периодический журнал - <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7918>

Нефтехимия, периодический журнал - <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7920>

Перспективные производства экологически чистых дизельных топлив - <http://e.lanbook.com/view/journal/118916/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные литературные источники.
- ответить на контрольные вопросы.

Практические занятия проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над нормативными документами, учебной и научной литературой. При подготовке к практическому занятию необходимо:

- изучить, повторить теоретический материал по заданной теме;
- изучить материалы практикума по заданной теме, уделяя особое внимание расчетным формулам;
- при выполнении домашних расчетных заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории.

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к контрольным работам, тестированию, зачету. Она включает проработку лекционного материала - изучение рекомендованных источников и литературы по тематике лекций. Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, предложенных преподавателем схем (при их демонстрации), основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 04.04.01 "Химия" и магистерской программе "Нефтехимия и катализ".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Нефтехимия и катализ

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Основная литература:

1. Леффлер, Уильям Л. Переработка нефти: для использования в учебном процессе со студентами высших учебных заведений, обучающимися по химико-технологическим специальностям / Уильям Л. Леффлер; [пер. с англ. З. П. Свитанько]. [2-е изд., пересмотр.]. Москва: Олимп-Бизнес, 2011. 223 с.
3. Рябов, Владимир Дмитриевич. Химия нефти и газа: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов 130500 'Нефтегазовое дело' / В. Д. Рябов. Изд. 2-е, испр. и доп. Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014. 334 с.
4. Потехин В.М. Основы теории химических процессов технологии органических веществ и нефтепереработки. - 3-е изд., испр. и доп. - СПб.:Лань, 2014. - 896 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=53687

Дополнительная литература:

1. Гетерогенные каталитические реакции в проточных реакторах: руководство к лабораторному практикуму для студентов Химического института им. А.М. Бутлерова КФУ / А.А. Ламберов и др. - Казань: Казан. Ун-т, 2013. - 77 с.
2. Физико-химические методы исследования гетерогенных катализаторов: руководство к лабораторному практикуму / авт.-сост. А.А. Ламберов, С.Р. Егорова, А.Н. Катаев и др. - Казань: Казан. Ун-т, 2013. - 80с.
3. Модернизация катализаторов и технологии синтеза изопрена на ОАО 'Нижнекамскнефтехим' / А.А. Ламберов, Х.Х. Гильманов. - Казань: Казан. Ун-т, 2012. - 404 с.
4. Миначев, Хабиб Миначевич. Избранные труды: гетерогенный катализ. Нефтехимия. Каталитический органический синтез / Х. М. Миначев; Рос. акад. наук, Ин-т орган. химии им. Н. Д. Зелинского; ред.-сост. д.х.н., проф. Н. Я. Усачев; предисл. чл.-кор. РАН А. Л. Лapidуса и д.х.н., проф. Н. Я. Усачева. - Москва: URSS: [ЛИБРОКОМ, 2011].- 844 с.
5. Рябов В. Д. Химия нефти и газа: Учебное пособие / В.Д. Рябов. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 336 с.: <http://znanium.com/bookread.php?book=423151>

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Нефтехимия и катализ

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.