

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 13.07.2021 13:33:38
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»**

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной и
методической работе

_____ Б.В. Пекаревский
« ____ » _____ 2017 г.

Рабочая программа дисциплины
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОФИЛЬНОГО НИТРОВАНИЯ
(Начало подготовки – 2017 год)

Специальность
18.05.01– Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий

Специализация
№1 Химия и технология органических соединений азота

Квалификация выпускника
инженер

Форма обучения
очная

Факультет **инженерно-технологический**
Кафедра **Химии и технологии органических соединений азота**

Б1.Б.31.03

Санкт-Петербург
2017

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		К.х.н. старший, преподаватель С.М. Путис

Рабочая программа дисциплины «**Теоретические основы электрофильного нитрования**» обсуждена на заседании кафедры химии и технологии органических соединений азота.

03 февраля 2017, протокол № 16.

Заведующий кафедрой ХТОСА

Кирюшкин А.А.

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета
15 марта 2017 г, протокол №...7...

Председатель комиссии

Прояев В.В.

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель направления 18.05.01-химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий		В.В. Самонин
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	07
4.3. Занятия семинарского типа.....	08
4.3.1. Семинары, практические занятия	08
4.3.2. Лабораторные занятия.....	09
4.4. Самостоятельная работа.....	09
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	12
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	12
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	13
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	14
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	15
10.2. Программное обеспечение.....	15
10.3. Информационные справочные системы.....	15
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	16
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	16
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.	

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения образовательной программы специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-2	Способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов	<p>Знать: Принципы органического синтеза; химические и физико-химические методы анализа веществ; основы методологии органического синтеза и анализа химических веществ; физические основы современных методов инструментального анализа. Алгоритмы нитрования соединений, нитрующие агенты используемые при нитровании, а также методы их получения, механизмы электрофильного нитрования органических соединений.</p> <p>Уметь: выбирать основное и вспомогательное технологическое оборудование по каталогам библиотеки СПбГТИ(ТУ) и в интернете; обрабатывать данные, полученные при синтезе органических соединений; обрабатывать полученные данные при работе на современном аналитическом оборудовании. Использовать механизмы реакций нитрования соединений, использовать методы получения нитросоединений, использовать физико-химические методы анализа полученных нитросоединений.</p> <p>Владеть: Техникой проведения эксперимента в соответствии с выбранной методикой; приёмами и методами органического синтеза; химическими и физико-химическими методами анализа химических веществ</p>
ОПК-3	Способностью решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учётом основных требований информационной безопасности	<p>Знать: Методы и сферы применения информационных технологий, использования программных продуктов; формы работы с информацией по методам получения органических соединений азота; технологии для получения информации, которая используется в профессиональной деятельности; методы оценки полученной информации; способы защиты информации полученной в ходе выполнения своей профессиональной деятельности.</p> <p>Уметь:</p>

		<p>Анализировать существующую информацию по методам получения органических соединений азота; выполнять оценку информации, используемой для дальнейшей работы; применять информацию для решения задач своей профессиональной деятельности; пользоваться программами для защиты научно-технической информации.</p> <p>Владеть: Навыками использования накопленной информации по методам получения органических соединений азота; навыками работы на ЭВМ, с применением современных пакетных продуктов по поиску и анализу информации с применением сети Интернет; методами защиты информации и данных полученных в ходе своей научно-исследовательской и производственной деятельности.</p>
ПСК-1.2	<p>Способностью разрабатывать методики и программы проведения исследований индивидуальных и смесевых высокоэнергетических композиций. Их испытаний и контроля параметров технологического процесса их получения</p>	<p>Знать: Свойства всехвзаимодействующих веществ; существующие методы получения целевых продуктов; приборы для контроля параметров технологического или лабораторного научно-исследовательского процесса.</p> <p>Уметь: Разрабатывать методики и программы проведения исследований индивидуальных и смесевых высокоэнергетических композиций; проводить операции контроля параметров технологического процесса.</p> <p>Владеть: Методиками проведения исследований различных индивидуальных и смесевых высокоэнергетических композиций, проводить испытания и контроль технологического процесса получения целевых продуктов.</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам специализации базовой части и знакомит студентов с современными представлениями о механизме реакций ароматического электрофильного замещения, в частности, реакций нитрования, о природе и активности нитрующих агентов, электронном строении и реакционной способности различных ароматических углеводородов и их замещенных производных.

Перечень дисциплин, необходимых для изучения данной дисциплины: математика, физической химии, аналитической химии, количественной теории органических реакций, органической химии, общей и неорганической химии.

Дисциплина читается на 4 курсе в 7 семестре. Общая трудоёмкость 4 з.е.

Промежуточная аттестация осуществляется в форме зачета

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего академических часов Очная форма обучения
Общая трудоёмкость дисциплины (зачётных единиц/академических часов)	144 (4 зач.ед)
Контактная работа с преподавателем	62
в том числе	
занятия лекционного типа.....	36
занятия семинарского типа	
Семинары, практические занятия.....	18
Лабораторные работы	
Курсовое проектирование	
КСР	8
Другие виды контактной работы	
Самостоятельная работа	82
Форма текущего контроля	
Форма промежуточной аттестации	зачёт

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Введение. Предмет и задачи курса	2	-	-	2	ОПК-2
2	Свойства и состав нитрующих кислотных смесей	4	4	-	8	ОПК-3
3	Кинетика и механизм электрофильного нитрования	4	4	-	14	ПСК-1,2
4	Факторы, влияющие на процесс нитрования	4	4	-	14	ОПК-2
5	Механизм электрофильного нитрования с переносом электрона	8	2	-	14	ОПК-3

6	Нитрование ароматических аминов и фенолов	6	2	-	14	ПСК-1,2
7	Основные электрофильные нитрующие агенты	8	2	-	16	ОПК-2
	Итого:	36	18		82	

4.2. Занятия лекционного типа (36 ч.).

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Введение. Предмет и задачи курса. Реакция электрофильного нитрования как основной химический процесс в производстве ароматических нитросоединений. Кислотное нитрование ароматических соединений – базовый метод получения ароматических нитросоединений.	2	Слайд-презентация
2	<u>Свойства и состав нитрующих кислотных смесей.</u> Ионно-молекулярный состав азотной кислоты, ее смесей с водой. Ионно-молекулярный состав серной кислоты, ее смесей с водой, серным ангидридом. Ионно-молекулярный состав нитрующих кислотных смесей: азотная кислота – серная кислота, азотная кислота – серный ангидрид, азотная кислота – пятиокись азота, азотная кислота – уксусный ангидрид.	4	Слайд-презентация
3	Кинетика и механизм нитрования электрофильного нитрования. Нитроний-катион – активный нитрующий агент, его строение, состояние в растворах. Кинетические доказательства существования нитроний-катиона в нитрующих системах. Получение солей нитрония. Механизм процесса нитрования ароматических соединений. Образование реагирующих частиц: π -комплекс, σ -комплекс. Механизм атаки нитроний-катионом. Общий график зависимости потенциальной энергии системы от координаты реакции при нитровании.	4	Слайд-презентация
4	Факторы, влияющие на процессы нитрования. Влияние концентрации серной кислоты (состава смесей). Влияние азотистой кислоты (окислов азота). Влияние заместителей в ароматическом ядре на скорость нитрования и ориентацию нитрогруппы. Распределение электронной плотности в основном состоянии ароматических соединений. Распределение электронной плотности в реакционном	4	Слайд-презентация

	состоянии ароматического соединения. Пространственное влияние заместителей, связанных с ароматическим ядром. Влияние температуры на соотношение изомеров при нитровании. Парциальный фактор скорости нитрования.		
5	Механизм электрофильного нитрования с переносом электрона. Комплекс Уэланда Катализаторы используемые при изменении позиционной селективности реакции нитрования (цеолитные и алюмосиликатные; металлоксидные; на основе твердых носителей модифицированных кислотами). Нитрование в ионных жидкостях. Кинетика и механизм нитрования солями нитрония.	8	Слайд-презентация
6	Кинетика и механизм нитрования водными растворами азотной кислоты. Нитрование гидроксиароматических (фенолов) соединений. Нитрование ароматических аминов. Нитрование галогенароматических соединений. Механизмы реакции.	6	Слайд-презентация
7	Сравнительная оценка реакционной способности нитрующих агентов. Основные электрофильные нитрующие агенты. Основные нитрующие системы. Графическая иллюстрация влияния природы нитрующего агента на переходные состояния, определяющие скорость реакции.	8	Слайд-презентация
	Итого:	36	

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия (18).

№ Раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы.	Примечание
1	Свойства и состав кислотных смесей. Состав безводной азотной (серной) кислоты, изменение состава азотной (серной) кислоты в зависимости от содержания воды. Серно-азотные кислотные смеси.	4	
2	<u>Кинетика и механизм нитрования электрофильное нитрование.</u> Нитроний-катион – строение и состояние в растворах в зависимости от концентрации. Доказательства существования нитроний-катиона в нитрующих системах. Получение солей нитрония. Процесс нитрования ароматических соединений. Образование реагирующих	4	Групповая дискуссия

	частиц: π -комплекс, σ -комплекс. Механизм атаки нитроний-катионом.		
3	<u>Факторы, влияющие на процессы нитрования</u> . Влияние концентрации серной кислоты (состава смесей). Влияние азотистой кислоты (окислов азота). Влияние заместителей в ароматическом ядре на скорость нитрования и ориентацию нитрогруппы. Распределение электронной плотности в основном и реакционном состоянии ароматических соединений. Пространственное влияние заместителей, связанных с ароматическим ядром. Влияние температуры на соотношение изомеров при нитровании.	4	
4	Механизм электрофильного нитрования ароматических соединений с переносом электрона. Образование солей нитрония, механизм нитрования ароматических соединений солями нитрония.	2	доклад
5	Кинетика и механизм нитрования водными растворами азотной кислоты, серно-азотными кислотными смесями. Нитрование ароматических спиртов (фенолов). Нитрование ароматических аминов.	2	
6	Сравнительная оценка реакционной способности нитрующих агентов. Основные электрофильные нитрующие агенты. Основные нитрующие системы. Графическая иллюстрация влияния природы нитрующего агента на переходные состояния, определяющие скорость реакции.	2	Групповая дискуссия
	Итого:	18	

4.3.2. Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрены.

4.4. Самостоятельная работа обучающихся (82 ч.).

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Строение азотной кислоты. Строение серной кислоты. Ионно-молекулярный состав азотной кислоты, ее смесей с водой. Ионно-молекулярный состав серной кислоты, ее смесей с водой, серным ангидридом.	2	Устный опрос
2	Ионно-молекулярный состав нитрующих смесей: серно-азотной, уксусно-ангидридной. Факторы влияющие на образование катиона	8	Устный опрос

	нитрония (состав кислотной смеси, концентрация, температура). Влияние концентраций серной кислоты (состава смесей) на скорость реакции нитрования. Стабилизация катиона нитрония. Получение солей нитрония.		
3	Кинетические закономерности, установленные при нитровании ароматических соединений, обладающих высокой и пониженной реакционной способностью азотной кислотой в инертном растворителе; влияние добавок на процесс нитрования: серной кислоты, солей азотной кислоты, воды. Обоснование схемы реакции нитрования. Кинетика нитрования ароматических соединений. Механизм атаки нитроний-катиона, π - и σ - комплексы, как промежуточные частицы в реакции нитрования. Распределение электронной плотности в основном и реакционном состояниях в ароматических соединениях	14	Устный опрос
4	Влияние заместителей на распределение электронной плотности в ароматических соединениях. Классификация заместителей. Влияние заместителей на распределение электронной плотности в переходном состоянии. Факторы парциальных скоростей. Факторы селективности. Пространственные факторы заместителей, влияющие на скорость реакции нитрования и изомерный состав продуктов реакции. Температурные коэффициенты реакций образования изомеров и их соотношение. Парциальный фактор скорости нитрования	14	Устный опрос
5	Механизм электрофильного нитрования с переносом электрона. Доказательство ступенчатого бимолекулярного механизма реакции нитрования ароматических соединений. Определяющая стадия процесса. Взаимодействие ароматического соединения с нитроний-катионом, образование π - и σ - комплексов Энергетическая диаграмма реакции нитрования ароматических соединений. Доказательство необратимости реакции нитрования ароматических соединений. Замещение неводородных атомов на нитрогруппу. Различие между ипсозамещением и ипсо-атакой. Перегруппировка ипсо-комплекса в стабильный «нормальный» σ -комплекс. Образование катион-радикалов при взаимодействии ароматического соединения с нитроний-катионом. Нитрующая способность нитроний-катиона. Сольватация	14	Устный опрос

	солей нитрония в растворах. Влияние π -системы ароматического соединения на структуру нитроний-катиона Одноэлектронное окисление ароматических соединений нитроний-катионом. Влияние азотистой кислоты на скорость реакции нитрования и выход нитросоединения. Образование нитрозсоединений, нитрит-ионов, нитрозилсерной кислоты, комплексов Баттге. Нитрующие агенты в растворах азотная кислота - уксусный ангидрид. Уравнение Гаммета для реакций электрофильного нитрования. Уравнение Юкава-Цуно для реакций ароматического нитрования		
6	Распределение электронной плотности в основном и реакционном состояниях в ароматических соединениях. Пространственное влияние заместителей в ароматических соединениях на изомерный состав продуктов реакции нитрования. Нитрование гидроксиароматических соединений Нитрование спиртов (о-нитрование). Механизм реакции. Нитрование аминокаротических соединений. Нитрование галогенароматических соединений. Нитрование ароматических соединений в некислотных средах	14	Устный опрос
7	Основные нитрующие системы. Основные электрофильные нитрующие агенты. Серно-азотные кислотные смеси, смеси азотной кислоты с уксусным ангидридом, бораты нитрония, нитраты спиртов, производные тетранитрометана и нитроформа, фторид нитрония, оксид азота (V). Способы получения. Механизм реакции нитрования ароматических соединений, факторы влияющие на процессы нитрования различными нитрующими агентами.	16	Устный опрос
	Итого:	82	

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>.

При чтении лекций используются материалы, представляемые в виде презентаций, с применением ресурса PowerPoint, включая анимационные режимы. Демонстрация - с помощью мультимедийного проектора, а также белой доски. В процессе обучения

используются информационные материалы ведущих мировых производителей оборудования для производств малотоннажных химических продуктов.

В качестве учебных пособий может быть использован кафедральный стенд, моделирующий стадию нитрования ароматических субстратов серно-азотной нитрующей смесью, а также различные типы емкостных реакторов, моделей перемешивающих устройств, средства автоматического контроля. Используется оборудование ЦКП «Передовые методы диагностики в химии». Для демонстрации работы микрореактора используются ресурсы кафедры оптимизации химических и биотехнологических производств СПбГТИ(ТУ).

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Современное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить пороговый уровень освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Зачёт предусматривает проверку освоения предусмотренных элементов компетенций, и комплектуется двумя вопросами (заданиями) (для проверки знаний, умений и навыков). При сдаче зачёта, студент получает билет, состоящий из 2-х вопросов (заданий) из перечня вопросов по дисциплине, время подготовки студента к устному ответу – до 30 минут.

Оценка «зачтено» (пороговый уровень) ставится студенту, обнаружившему понимание учебного материала в объеме, необходимом для предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой практики, при наличии в содержании отчета и его оформлении небольших недочётов или недостатков, затруднениях при ответах на вопросы.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1.

1. Строение азотной кислоты. Ионно-молекулярный состав азотной кислоты, ее смеси с водой.
2. Образование нитрозосоединений, нитрит-ионов, нитрозилсерной кислоты, комплексов Баттге.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

Целинский, И.В. Теоретические основы электрофильного нитрования: текст лекций / И.В. Целинский, С.Ф. Мельникова; СПбГТИ(ТУ), каф. ХТОСА. –СПб., 2011. -113 с. (ЭБ).

Целинский, И.В. Кинетика реакций нитросоединений: текст лекций / И.В. Целинский, И.В. Шугалей, С.Ф. Мельникова; СПб ГТИ (ТУ), каф. ХТОСА. - СПб.: 2010. -52 с. (ЭБ).

Целинский, И.В. Роль среды в реакциях нитросоединений: текст лекций / И.В. Целинский, И.В. Шугалей. СПб ГТИ (ТУ), каф. ХТОСА.-СПб.: 2010. -48 с. (ЭБ).

Травень, В.Ф. Органическая химия В 3-х томах: учебник для вузов / В.Ф. Травень.-М.: БИНОМ, 2015. (ЭБС).

б) дополнительная литература:

Реутов, О.А. Органическая химия: в 4-х частях / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. - М.: Бинум. Лаборатория знаний, - ч.1. – 7-е изд.. – 2017. - 570 с, ч.2 – 7-е изд. 2017. - 626 с, ч.3.- 6-е изд. -2016. - 547 с, ч .4. 4-е изд.–2016 . - 727 с. (ЭБС)

в) вспомогательная литература:

Орлова, Е.Ю. Химия и технология бризантных взрывчатых веществ / Е.Ю. Орлова - Л.; Химия. 1981. –311с.

Химия нитро- и нитрозогрупп. / Под ред. Г. Фойера. пер. с англ. В.И. Ерашко, М.В. Ершовой. – М.; Мир, 1973. том 2 – 299 с.

Ингольд, К. Теоретические основы органической химии / К. Ингольд. - М.; Мир, 1973. – 1054 с.

Горелик, М.В. Основы химии и технологии ароматических соединений / М.В. Горелик, Л.С. Эфрос.- М.; Химия, 1992, - 640 с.

Жилин, В.Ф. Химия и технология ароматических нитросоединений: учебное пособие / В.Ф. Жилин, В.Л. Збарский.- М.; Изд. центр РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. - 272 с.

Жилин, В.Ф. Толуол и его производные / В.Ф. Жилин, В.Л. Збарский.- М.: Эдиториал УРСС, 2000, - 272 с.

Курц, А.В. Электрофильное замещение в ароматическом ряду / Курц А.В., Ливанцев М.В., Ливанцев Л.И. – Методическая разработка для студентов III курса. - М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1997.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать интернет-ресурсы:

проводить поиск в системах: Scirus.com. SciFinder, Reaxys.

Государственная публичная научно-техническая библиотека. <http://www.gpntb.ru/>;

Учебный план РПД и учебно-методический материал; <http://media.technolog.edu.ru>

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>. ООО «Издательство «Лань».

«Научно-электронная библиотека eLibrary.ru». <http://elibrary.ru>. Государственная публичная научно-техническая библиотека. <http://www.gpntb.ru/>;

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Дисциплина обеспечена необходимой литературой и учебными пособиями. При чтении лекций используются презентации, слайды рисунки и схемы, представляемые с помощью мультимедийного проектора.

Лекционные, практические и лабораторные занятия проводятся в специализированных аудиториях и лабораториях. Лекционная аудитория оснащена мультимедийной системой с комплектом презентаций и видеофильмов.

Практические занятия проводятся в специализированной аудитории, снабженной персональными компьютерами, программным обеспечением для выполнения обработки экспериментальных данных.

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к лабораторным и практическим занятиям;
- работу с интернет-источниками;
- посещение научных семинаров и конференций, проводимых в Санкт-Петербурге;
- подготовку к сдаче зачётов и экзаменов.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, пройденный на семинарских занятиях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в «Рабочей программе». По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в «Рабочей программе» дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Все виды занятий по дисциплине преподаватели должны проводить в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 016-2015 КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов. СТП СПб ГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Практические и семинарские занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПб ГТИ 040-2002. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования. Утв. ректором 17.05.2002;

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению. Утв. Ректором 11.12.2009;

Планирование времени, необходимого для изучения данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является: плановость в организации учебной работы; серьезное отношение к изучению материала; постоянный самоконтроль.

На занятия студентов должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении занятий использовать мультимедийные ресурсы, а также ресурсы сети интернет.

Устный опрос проводится с целью определения качества усвоения лекционного материала.

На контрольных мероприятиях студентам предлагается ответить на 2 вопроса по материалам учебной дисциплины. Оценка проставляется в зачетную книжку.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты
- информационные справочные системы Scirus.com. SciFinder, Reaxys

Для расширения знаний по теме обучения рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как, www.yandex.ru, www.google.ru и других, и использовать материалы Интернет-ресурсов профильных организаций, рекомендованных преподавателем.

Возможна сдача электронного варианта отчетов, рефератов, литературных обзоров и др. по электронной почте, обмен информацией по социальным сетям.

10.2. Программное обеспечение.

Пакеты прикладных программ стандартного набора (MicrosoftOffice). (Microsoft Excel; Microsoft Word; Microsoft PowerPoint).
проводить поиск в системах: Scirus.com. SciFinder, Reaxys.

10.3. Информационные справочные системы.

- Электронно-библиотечные системы, предлагаемые библиотекой СПбГТИ(ТУ).
- Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»,
- «Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;
- Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
- Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
- «Лань» <https://e.lanbook.com/books/>. ООО «Издательство «Лань».
- «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru». <http://elibrary.ru>. Наименование организации – ООО РУНЭБ.

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

- Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники на 50 посадочных мест.

- Для проведения лабораторных занятий используется синтетический практикум, рассчитанный на 30 рабочих мест, оборудованный для проведения химических синтезов.

Кафедра оснащена необходимым научно-исследовательским оборудованием, измерительными и вычислительными комплексами и другим материально-техническим обеспечением, необходимым для полноценного прохождения учебного процесса.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014 г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине «Теоретические основы
электрофильного нитрования»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ОПК-2	Способностью профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способностью к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов	промежуточный
ОПК-3	Способностью решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учётом основных требований информационной безопасности	промежуточный
ПСК-1.2	Способностью разрабатывать методики и программы проведения исследований индивидуальных и смесевых высокоэнергетических композиций. Их испытаний и контроля параметров технологического процесса их получения	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Знает базовые понятия и термины количественной теории электрофильного нитрования. Умеет использовать базовые знания в области электрофильного нитрования. Владеет навыками выполнения теоретических и экспериментальных исследований. Знает условия образования нитроний катиона. Умеет выбирать оптимальные условия проведения процесса Владеет физико-химическими методами анализа.	Правильные ответы на вопросы № 1-5 к зачету Правильные ответы на вопросы № 1-5 к зачету	ОПК-2

	<p>Знает о понятии и классификации механизмов электорфильного нитрования</p> <p>Умеет анализировать принадлежность химической реакции с участием органических соединений к тому или иному типу, а также представлять ее механизм</p>	<p>Правильные ответы на вопросы № 1-5 к зачёту</p>	
Освоение раздела № 2	<p>Знает базовые понятия о составе и свойствах нитрующих смесей.</p> <p>Умеет использовать знания для предсказания оптимальных условий проведения процессов.</p> <p>Владеет навыками самостоятельного решения поставленных задач в теоретических исследованиях.</p> <p>Знает условия образования нитроний-катиона в кислотных смесях.</p> <p>Умеет выбирать оптимальные условия проведения процесса.</p> <p>Владеет техникой эксперимента в соответствии с выбранной методикой.</p> <p>Знает закономерности кинетики образования нитроний-катиона.</p> <p>Умеет анализировать и обобщать предъявляемый химический материал.</p> <p>Владеет методами самостоятельного решения поставленных задач.</p>	<p>Правильные ответы на вопросы № 6-10 К зачёту</p> <p>Правильные ответы на вопросы № 6-10 к зачёту</p> <p>Правильные ответы на вопросы № 6-10 к зачёту</p>	ОПК-3
Освоение раздела № 3	<p>Знает кинетику и механизм электрофильного нитрования.</p> <p>Умеет использовать знания для определения условий проведения процессов. Владеет навыками решения поставленных задач в теоретических исследованиях.</p> <p>Знает содержание теории переходного состояния и понимает переходные состояния при электрофильном нитровании.</p> <p>Умеет анализировать и обобщать предъявляемый теоретический материал.</p> <p>Владеет методами самостоятельного решения поставленных задач.</p> <p>Знает основные понятия,</p>	<p>Правильные ответы на вопросы № 11-16 к зачёту</p> <p>Правильные ответы на вопросы № 11-16 к зачёту</p> <p>Правильные</p>	ПСК-1,2

	<p>объясняющие реакцию и способность и направление реакции.</p> <p>Умеет интерпретировать полученные теоретические результаты.</p> <p>Владеет экспериментальными методами синтеза.</p>	<p>ответы на вопросы № 11-16 к зачёту</p>	
Освоение раздела № 4	<p>Знает понятия о факторах влияющих на процесс электрофильного нитрования.</p> <p>Умеет использовать знания для определения условий проведения процессов.</p> <p>Владеет навыками решения задач в практических исследованиях.</p> <p>Знает условия нитрования высокореакционных ароматических соединений.</p> <p>Умеет обобщать предъявляемый теоретический и экспериментальный материал.</p> <p>Владеет методами самостоятельного решения поставленных задач.</p> <p>Знает о факторах, влияющих на процессы нитрования катионом нитрония.</p> <p>Умеет обобщать предъявляемый теоретический и экспериментальный материал.</p> <p>Владеет методами самостоятельного решения поставленных задач.</p>	<p>Правильные ответы на вопросы № 17-24 к зачёту</p> <p>Правильные ответы на вопросы № 17-24 к зачёту</p> <p>Правильные ответы на вопросы № 17-24 к зачёту</p>	ОПК-2
Освоение раздела № 5	<p>Знает понятия о механизме электрофильного нитрования с переносом электрона.</p> <p>Умеет использовать знания для определения условий проведения процессов.</p> <p>Владеет навыками решения задач в теоретических и практических исследованиях.</p> <p>Знает механизм электрофильного нитрования с переносом электрона.</p> <p>Умеет планировать технологические процессы нитрования органических соединений.</p> <p>Владеет навыками решения задач в теоретических и практических</p>	<p>Правильные ответы на вопросы № 25-37 к зачёту</p> <p>Правильные ответы на вопросы № 25-37 к зачёту</p>	ОПК-3

	<p>исследованиях.</p> <p>Знает виды субстратов используемых в электрофильного нитрования с переносом электрона.</p> <p>Умеет обобщать предъявляемый теоретический и экспериментальный материал.</p> <p>Владеет методами самостоятельного решения поставленных задач.</p>	<p>Правильные ответы на вопросы № 25-3 к зачёту</p>	
Освоение раздела № 6	<p>Знает понятия о нитровании ароматических спиртов и аминов.</p> <p>Умеет использовать знания для определения условий проведения процессов.</p> <p>Владеет навыками решения задач в теоретических и практических исследованиях.</p> <p>Знает о влиянии структуры ароматического соединения на скорость нитрования и изомерный состав.</p> <p>Умеет применять методы учета среды, влияющие на органических реакций.</p> <p>Владеет техникой эксперимента в соответствии с выбранной методикой.</p> <p>Знает основные методы синтеза органических нитроароматических соединений с учетом влияния среды на равновесие реакций.</p> <p>Умеет планировать и корректно обрабатывать полученные результаты.</p> <p>Владеет экспериментальными методами синтеза.</p>	<p>Правильные ответы на вопросы № 38-48 к зачёту</p> <p>Правильные ответы на вопросы № 38-48 к зачёту</p> <p>Правильные ответы на вопросы № 38-48 к зачёту</p>	ПСК-1,2
Освоение раздела № 7	<p>Знает о видах электрофильных нитрующих агентов.</p> <p>Умеет использовать знания для определения условий проведения процессов.</p> <p>Владеет навыками решения задач в теоретических и практических исследованиях.</p> <p>Знает условия нитрования электрофильными агентами.</p> <p>Умеет применять методы электрофильного нитрования для предсказания физико-химических свойств конечных</p>	<p>Правильные ответы на вопросы № 49-54 к зачёту</p> <p>Правильные ответы на вопросы № 49-54 к зачёту</p>	ОПК-2

	нитросоединений. Владеет техникой эксперимента в соответствии с выбранной методикой. Знает понятия о методах количественной интерпретации. Умеет интерпретировать полученные теоретические и экспериментальные данные результаты. Владеет экспериментальными методами синтеза.	Правильные ответы на вопросы № 49-54 к зачёту	
--	--	---	--

3. Контрольные вопросы по дисциплине

1. Реакции нитрования, основные типы и механизмы получения нитросоединений.
2. Электрофильные реагенты, основные группы, механизм электрофильного ароматического замещения.
3. Нитрование ароматических соединений серно-азотными кислотными смесями, механизм реакции.
4. Уравнение Юкава-Цуно для реакций ароматического нитрования, уравнение Гаммета для реакций электрофильного нитрования.
5. Доказательство необратимости реакции нитрования ароматических соединений.
6. Строение азотной кислоты. Ионно-молекулярный состав азотной кислоты, ее смесей с водой.
7. Ионно-молекулярный состав серной кислоты, ее смесей с водой, серным ангидридом.
8. Ионно-молекулярный состав нитрующей смеси: $\text{HNO}_3 - \text{H}_2\text{SO}_4$, HNO_3 -уксусный ангидрид.
9. Нитрование солями азотной кислоты.
10. Кинетика нитрования ароматических соединений.
11. Нитроний-катион – активный нитрующий агент, его строение, состояние в растворах. Нитрующая способность нитроний-катиона.
12. Эффект сопряжения и его влияние на ориентацию нитроний-иона.
13. Влияние π -системы ароматического соединения на структуру нитроний-катиона.
14. Механизм атаки нитроний-катиона, π - и σ -комплексы, как промежуточные частицы в реакции нитрования.
15. Зависимость потенциальной энергии системы от координаты реакции при нитровании.
16. Доказательство ступенчатого бимолекулярного механизма реакции нитрования ароматических соединений.
17. Влияние концентраций серной кислоты (состава смесей) на скорость реакции нитрования.
18. Нитрование ароматических соединений окислами азота, влияние концентрации окислов азота в азотной кислоте на скорость протекания реакции нитрования.
19. Классификация заместителей в ароматическом соединении.
20. Влияние заместителей на распределение электронной плотности в ароматических соединениях и переходных состояниях.
21. Пространственное влияние заместителей связанных с ароматическим ядром на реакцию электрофильного нитрования и на изомерный состав продуктов реакции нитрования.

22. Влияние добавок на процесс нитрования ароматических соединений: серной кислоты, солей азотной кислоты, воды. Обоснование схемы реакции нитрования.
23. Влияние температуры на соотношение изомеров при нитровании ароматических соединений на примере толуола.
24. Парциальный фактор скорости нитрования.
25. Электрофильное нитрование ароматических соединений с переносом электрона, переходные состояния, комплекс Уэланда.
26. Активные арены, которые вступают в реакцию электрофильного нитрования ароматических соединений с переносом электрона.
27. Катализаторы используемые при изменении позиционной селективности реакции нитрования.
28. Цеолитные и алюмосиликатные катализаторы зависимость активности катализатора, региоселективность при нитровании алкилбензолов.
29. Металлоксидные катализаторы, влияние на процесс нитрования.
30. Катализаторы нитрования на основе твердых носителей, модифицированными кислотами, влияние природы катализатора на процесс нитрования.
31. Нитрование в ионных жидкостях.
32. Кинетика и механизм нитрования солями нитрония.
33. Сольватация солей нитрония в растворах.
34. Различие между ипсо-замещением и ипсо-атакой.
35. Перегруппировка ипсо-комплекса в стабильный «нормальный» σ - комплекс.
36. Образование катион-радикалов при взаимодействии ароматического соединения с нитроний-катионом.
37. Образование нитрозосоединений, нитрит-ионов, нитрозилсерной кислоты, комплексов Баттге.
38. Кинетика и механизм нитрования водными растворами азотной кислоты.
39. Влияние концентрации азотной кислоты на скорость реакции нитрования и выход нитросоединения.
40. Нитрование гидроксиароматических соединений. Механизм реакции.
41. Нитрование спиртов (о-нитрование). Механизм реакции.
42. Заместительное нитрование по атому углерода, по атому кислорода.
43. Нитрование галогенароматических соединений, влияние нитрогруппы на активность галогена, комплекс Мейзенгеймера.
44. Влияние основности ароматического соединения на скорость реакции нитрования.
45. Нитрование ароматических аминов, С- и N-нитрование, обратимость реакций.
46. Нитрование ароматических аминов, защитные группы, использующиеся для подавления окислительных процессов.
47. Нитрование ароматических соединений на примере N,N-диметиланилина, условия проведения реакции, нитрующие агенты, различные схемы нитрования.
48. Нитрование ароматических соединений в некислотных средах.
49. Основные нитрующие системы. Основные электрофильные нитрующие агенты.
50. Сравнительная оценка реакционной способности нитрующих агентов.
51. Способы получения.
52. Серно-азотные кислотные смеси, смеси азотной кислоты с уксусным ангидридом, бораты нитрония, нитраты спиртов, производные тетранитрометана и нитроформа, фторид нитрония, оксид азота (V). Механизмы образования катиона нитрония.
53. Графическая иллюстрация влияния природы нитрующего агента на переходные состояния, определяющие скорость реакции.
54. Парциальный фактор скорости нитрования.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.