Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по ОД
_____ А.А. Панфилов
«_01_» _____09_____2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Органическая химия

Направление подготовки **05.03.06 «Экология и природопользование»**
Профиль подготовки **«Экология»**
Уровень высшего образования **бакалавриат**
Форма обучения **очная**

Семестр	Трудоемкость зач. ед,час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
2 семестр	2 (72 ч)	18	-	36	18	Зачет
Итого	**2 (72 ч)**	**18**	**-**	**36**	**18**	**Зачет**

Владимир, 2016

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Органическая химия - одна из фундаментальных дисциплин для студентов естественно-научных направлений, в том числе 05.03.06 «Экология и природопользование». Преподавание органической химии в университетах ставит своей главной целью раскрыть смысл основных закономерностей превращений органических соединений, научить студента пользоваться основными механизмами реакций и предсказывать направления реакций, предсказывать свойства соединений на основе их строения, уметь предложить способы синтеза заданных соединений и осуществить практический синтез заданных соединений в лаборатории, определять структуру органических соединений по их спектральным данным.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРУ ОПОП ВО

Дисциплина «Органическая химия» изучается в базовой части ОПОП.

Перечень дисциплин с указанием разделов (тем), усвоение которых студентами необходимо для изучения дисциплины "Органическая химия":

1. Неорганическая химия (общая) (строение атома, электроотрицательность, химическая связь: типы связей, энергия связей, химические реакции, окислители и восстановители, кислоты и основания, комплексные соединения).
2. Физика (поляризованный свет, законы поглощения и отражения света).

Органическая химия является фундаментом для изучения последующих курсов, таких как «Учение о биосфере», «Устойчивое развитие», «Токсикология», «Химия окружающей среды». Предмет необходим для выполнения выпускной квалификационной работы и профессиональной деятельности бакалавра.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует следующие компетенции:

- владение базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользовании; методами химического анализа, знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, методами отбора и анализа геологических и биологических проб, а также навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации (ОПК-2)

  в части

  владение базовыми знаниями фундаментальных разделов химии в объеме, необходимом для освоения химических основ в экологии и природопользовании.

В результате освоения дисциплины «Органическая химия» студент должен:

<u>Знать:</u>

- основы современных теорий в области органической химии и способы их применения для решения теоретических и практических задач.

<u>Уметь:</u>

- самостоятельно ставить синтетическую задачу, выбирать оптимальные пути и методы синтеза и анализа, обсуждать результаты исследований, ориентироваться в современной литературе по органической химии;
- проводить стандартные органические синтезы, определение констант, подготовку образцов для физико-химических исследований, пользоваться справочной литературой по органической химии.

Владеть:

- теоретическими представлениями органической химии, знаниями о составе, строении и свойствах органических веществ – представителей основных классов органических соединений: углеводородов, гомофункциональных соединений, гетерофункциональных соединений;
- основами органического синтеза и физико-химическими методами анализа органических соединений.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости форма промежуточной аттестации
				Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	СРС		
1	*Введение. Основные понятия.* *Методы выделения и очистки органических веществ* *Физико-химические методы анализа органических соединений*	2	1-2	2	4		1 1 1	2/33	
2 2.1	*Углеводороды.* Алканы	2	3-4	2	4			2/33	
2.2	Алкены		5-6	2	2			2/50	
2.3	Диены		5-6	1	2			3/100	РК 1
2.4	Алкины		7-8	1	2			1/33	
2.5	Циклоалканы		8		2		2		
2.6	Ароматические углеводороды		9-10	2	4			2/33	
3 3.1	*Галогенпроизводные.* Алифатические галогенпроизводные	2	11-12		2		1		
3.2	Ароматические галогенпроизводные		11-12		2		1		РК 2
4 4.1	*Гидроксилсодержащие производные* Спирты	2	13-14	1	2			2/66	
4.2	Фенолы		14	1	2				
5	*Простые эфиры*	2	14				1		
6 6.1	*Азотсодержащие производные* Нитросоединения	2	15				1		
6.2	Амины		15-16	2	4			2/33	
6.3	Азо- и диазосоединения		16				2		
7 7.1	*Карбонильные соединения* Предельные карбо-	2	17	1	1			2/100	

	нильные соединения								
7.2	Непредельные карбонильные соединения		17	0,5					
7.3	Ароматические карбонильные соединения		17	0,5	1				
8 8.1	*Карбоновые кислоты* Предельные карбоновые кислоты	2	18	1	1			1/50	
8.2	Непредельные карбоновые кислоты		18	0,5					
8.3	Ароматические карбоновые кислоты		18	0,5	1			1/67	
8.4	Многоосновные карбоновые кислоты		18				1		
9 9.1	*Гетерофункциональные соединения* Гидроксикислоты	2	18				1		
9.2	Аминокислоты		18				2		
9.3	Оксокислоты		18				1		
9.4	Углеводы		18				2		РК 3
	Итого по семестру	**2**		**18**	**36**		**18**	**20/37**	Зачет
Всего				**18**	**36**		**18**	**20/37**	**Зачет**

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА "ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ"

1. ВВЕДЕНИЕ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Способы изображения молекул органических соединений, молекулярные, структурные и электронные формулы.

Типы углеродного скелета, ациклические, циклические и гетероциклические соединения. Изомерия. Гомология.

Основные функциональные группы и классы органических соединений.

Основы номенклатуры органических соединений

Заместительная номенклатура ИЮПАК. Основные принципы построения названий органических соединений, родоначальная структура, характеристические группы. Названия нефункциональных заместителей, функциональных групп, предельных и непредельных радикалов. Старшинство функциональных групп.

Основные правила составления заместительных названий органических соединений, выбор и нумерация главной цепи, правило наименьших локантов.

Названия основных классов органических соединений, сложных поли- и гетерофункциональных соединений.

Типы связей, промежуточные частицы в органических реакциях.

Электронные эффекты.

Кислоты и основания.

Углерод, электронная конфигурация; гибридизация углерода в органических соединениях. Типы химических связей в органических соединениях (σ, π-связь). Физические характеристики связей: энергия, длина, полярность, поляризуемость.

Гомолитический, гетероциклический разрыв связей.

Понятие о промежуточных частицах, строение промежуточных частиц (радикалы, карбокатионы, карбанионы).

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Инфракрасная спектроскопия. Природа ИК-спектров, способы их изображения, характеристические частоты поглощения.

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Инфракрасная спектроскопия. Природа ИК-спектров, способы их изображения, характеристические частоты поглощения.

Электронная спектроскопия. Природа спектров, типы электронных переходов, понятие о хромофорных группировках, способ изображения УФ спектров. **Спектры протонного магнитного резонанса.** Природа, основные характеристики: химический сдвиг, интенсивность, мультиплетность сигналов протонов; спин-спиновое взаимодействие.

Масс-спектрометрия. Основные принципы, молекулярный ион, изотопный состав ионов, основные пути фрагментации важнейших классов органических соединений.

2. УГЛЕВОДОРОДЫ

2.1.Алканы

Строение, гомология, природа С-С и С-Н связей, изомерия, геометрия молекулы, межатомные расстояния. Вращение вокруг С-С связей. Понятие о конформациях на примере конформаций этана и бутана. Понятие о пространственных препятствиях. Конформации *гош-, анти-,* заслоненные.

Химические свойства алканов. Гомо- и гетеролитический разрыв связи. Хлорирование метана. Механизм цепной радикальной реакции. Относительные скорости хлорирования С-Н связей различного типа (первичных, вторичных, третичных). Строение алкильных радикалов, их стабильность. Гиперконъюгация. Селективность хлорирования и бромирования алканов. Избирательность реакции и температура. Другие радикальные реакции алканов. Крекинг термический. Окисление, горение.

Методы получения алканов (использование металлорганических соединений, гидрирование непредельных соединений, электролиз солей карбоновых кислот).

2.2.Алкены

Электронное строение двойной связи С=С. Энергия σ- и π - связи в этилене. Геометрическая изомерия: *цис-транс-* номенклатура.

Гидрирование алкенов.

Понятие о нуклеофильных и электрофильных реагентах.

Электрофильное присоединение к алкенам. Общее представление о механизме реакций, ониевые ионы, скорость определяющая стадия. Стереоселективность процесса.

Присоединение хлора и брома к алкенам. Механизм, стереохимия, влияние заместителей на стереохимию присоединения

Гидрогалогенирование. Региоселективность электрофильного присоединения к алкенам. Правило Марковникова. Стабильность интермедиата (карбокатиона). Влияние заместителей при С=С связи на скорость присоединения. Исключения из формального правила Марковникова: (1) присоединение к электронодефицитным алкенам, (2) присоединение боранов, (3) радикальное присоединение. Расширенное толкование правила Марковникова.

Озонолиз алкенов. Окислительное и восстановительное расщепление озонидов.

Окисление алкенов до диолов и эпоксидов: гидроксилирование перманганатом калия по Вагнеру, тетраоксидом осмия, гидроксилирование через гидролиз эпоксидов по Прилежаеву. Свободнорадикальные реакции: присоединение бромистого водорода по Харашу, инициаторы реакции, механизм.. Аллильное галогенирование: получение хлористого аллила из пропилена в газовой фазе.

Полимеризация алкенов: катионная, анионная, радикальная. Синтез алкенов: реакции элиминирования, стереоселективное гидрирование алкинов, реакция Виттига- Хорнера, метатезис алкенов, реакция Хека, крекинг и дегидрирование алканов.

2.3.Алкины

Электронная природа тройной углерод-углеродной связи. Строение ацетилена. Стереоселективное гидрирование алкинов. СН-кислотность алкинов. Использование ацетиленидов в органическом синтезе. Электрофильное присоединение к алкинам. Сравнение реакционной способности алкенов и алкинов. Гидратация алкинов (реакция Кучерова).

Окислительная димеризация терминальных алкинов в присутствии соединений меди. Нуклеофильное присоединение к алкинам. Синтез виниловых эфиров.

Методы синтеза алкинов: использование реакций элиминирования, ацетиленидов металлов, реакции, катализируемые переходными металлами, миграция тройной связи, реакция Фаворского-Реппе.

2.4.Алкадиены

Диены: а) сопряжённые, б) аллены. *s-цис-* и *s-транс-* конформации. 1,2- и 1,4-присоединение к сопряженным диенам. Кинетически и термодинамически контролируемые реакции. Реакция Дильса-Альдера как метод образования С-С связей и синтеза шестичленных циклов. Диены и диенофилы. Механизм реакции.

Методы получения сопряженных диенов в промышленности и в лаборатории, использование реакций, катализируемых переходными металлами и их комплексами.

a. Алициклические углеводороды

Классификация алициклов. Типы напряжения в циклоалканах и подразделение циклов на малые, средние циклы и макроциклы. Строение циклопропана, циклобутана, циклопентана, циклогексана. Конформационный анализ циклогексана. Аксиальные и экваториальные связи в конформации "кресло" циклогексана. Конформации моно- и дизамещенных производных циклогексана. Влияние конформационного положения функциональных групп на их реакционную способность на примере реакций замещения, отщепления и окисления.

Методы синтеза соединений ряда циклопропана и циклобутана. Особенности химических свойств соединений с трехчленным циклом. Синтез соединений ряда циклопентана и циклогексана. Синтез соединений со средним размером цикла.

b. Ароматические углеводороды

Строение бензола. Формула Кекуле. Ароматичность. Правило Хюккеля. Критерии ароматичности: энергетический, структурный, магнитный. Признаки ароматичности (реакционная способность).

Промышленные источники ароматических углеводородов. Риформинг. Лабораторные методы синтеза: кросс-сочетание, тримеризация ацетиленов, кетонов, реакция Фриделя-Крафтса, ароматизация циклоалканов, восстановление жирноароматических кетонов.

Свойства кольца и алифатической боковой цепи в ароматических углеводородах. Гидрирование. Восстановление по Бёрчу. Свободнорадикальное галогенирование толуола и его гомологов. Окисление боковой цепи алкилбензолов и поликонденсированных ароматических углеводородов.

Электрофильное замещение в ароматическом ряду.

Классификация реакций ароматического электрофильного замещения. Общие представления о механизме реакций,. Представление о π- и σ-комплексах. Влияние заместителя на скорость и направление электрофильного замещения. Согласованная и несогласованная ориентация.

Нитрование. Нитрующие агенты. Механизм реакции нитрования. Нитрование бензола и его замещенных. Галогенирование. Галогенирующие агенты. Механизм реакции галогенирования аренов и их производных. Сульфирование. Сульфирующие агенты. Механизм реакции

Алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Алкилирующие агенты. Механизм реакции. Полиалкилирование. Побочные процессы – изомеризация алкилирующего агента и конечных продуктов.

Ацилирование аренов по Фриделю-Крафтсу. Ацилирующие агенты. Механизм реакции.

3.ГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫЕ

3.1.Галогенопроизводные алифатического ряда

Реакции нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода в алкилгалогенидах, как метод создания связи углерод-углерод, углерод-азот, углерод-кислород, углерод-сера, углерод-фосфор: получение алкилгалогенидов, спиртов, тиолов, простых эфиров, нитросоединений, аминов, нитрилов, сложных эфиров и др. Типы нуклеофилов: анионы, нейтральные молекулы, растворители. Уходящие группы. Классификация по механизму: SN1 и SN2. Влияние пространственных факторов на скорость реакций. Карбокатионы, факторы, определяющие их устойчивость. Перегруппировки карбокатионов. Методы генерирования карбокатионов. Понятие о ионных парах.

Винил-, фенил-, аллил- и бензил- галогениды и α-галогенкарбонильные соединения в реакциях нуклеофильного замещения.

Природа нуклеофила. Нуклеофильность и основность. Поляризуемость и сольватация нуклеофила. Мягкость и жесткость нуклеофила. Конкуренция SN и E реакций. α-Эффект. Влияние природы растворителя на протекание реакций нуклеофильного замещения, биполярные, апротонные растворители. Влияние природы уходящей группы. Оценка нуклеофугности группы. Методы создания хорошей уходящей группы: протонирование, эфиры сильных неорганических кислот, электрофильный катализ. Важнейшие примеры синтетического использования реакций нуклеофильного замещения. Методы синтеза алкилгалогенидов.

Реакции элиминирования.

Конкуренция с реакциями нуклеофильного замещения. Механизмы элиминирования (El, E2). Основные закономерности протекания этих реакций: правила Гофмана и Зайцева. Использование реакций элиминирования для синтеза алкенов, диенов и алкинов.

3.2.Галогенопроизводные ароматического ряда

Механизм присоединения-отщепления SN_{Ar}, примеры реакций и активирующее влияние электроноакцепторных заместителей.

Механизм отщепления-присоединения на примере превращения галогенбензолов в фенолы и ароматические амины.

4.ГИДРОКСИЛСОДЕРЖАЩИЕ ПРОИЗВОДНЫЕ

4.1. Спирты

Способы синтеза одноатомных спиртов: из алкенов, алкилгалогенидов, с использованием реактивов Гриньяра, восстановлением карбонильных соединений. Промышленные способы синтеза метанола, этанола.

Свойства спиртов.

Спирты, как слабые ОН-кислоты и как основания Льюиса. Эфиры спиртов и неорганических кислот (серной, фосфорной, фосфористой). Замещение гидроксильной группы в спиртах на галоген. Реакция спиртов с галогенидами фосфора и хлористым тионилом. Механизм и стереохимия замещения. Дегидратация спиртов. Окисление спиртов. Важнейшие методы и реагенты, применяемые для окисления спиртов.

Двухатомные спирты.

Особенности химических свойств. Применение диолов.

Методы синтеза диолов: гидроксилирование алкенов, использование реакции Фаворского-Реппе, восстановление α,ω-дикарбоновых кислот или их эфиров, восстановительная димеризация кетонов.

а. Фенолы

Методы синтеза фенолов: щелочное плавление солей сульфокислот, арилгалогенидов, диазосоединений, кумольный метод. Свойства фенолов: кислотность, таутомерия, синтез простых и сложных эфиров, перегруппировка Фриса, электрофильное замещение, в том числе карбоксилирование по Кольбе, формилирование по Реймеру-Тиману, Вильсмейеру, перегруппировка аллиловых эфиров фенолов (Кляйзена), окисление фенолов, ароксильные радикалы.

5. ПРОСТЫЕ ЭФИРЫ

Синтез из спиртов, алкенов и алкилгалогенидов. Свойства: комплексы с кислотами Льюиса, ращепление кислотами, литийорганическими соединениями, образование перекисей. Оксираны. Раскрытие цикла в оксиранах.

6. АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

6.1.Нитросоединения

Синтез алифатических нитросоединений: нитрование, реакция с нитритами, окисление аминогруппы. Свойства нитросоединений: СН-кислотность, таутомерия, конденсация с карбонильными соединениями. Восстановление в амины. Важнейшие промежуточные продукты восстановления нитробензола в кислой и щелочной среде.

6.2.Амины

Синтез: алкилирование аммиака и аминов, синтез Габриэля, восстановление азотсодержащих соединенй, восстановительное аминирование.

Свойства аминов. Основность, реакции: алкилирование, ацилирование, нуклеофильное присоединение к карбонильной группе. Защита аминогруппы. Термическое разложение гидроксидов тетраалкиламмония по Гофману. Взаимодействие первичных, вторичных и третичных алифатических и ароматических аминов с азотистой кислотой. Окисление аминов. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре ароматических аминов.

6.3.Диазосоединения

Диазо- и азо- соединения. Соли диазония. Диазотирование первичных ароматических аминов. Агенты диазотирования. Нитрозирование вторичных и третичных аминов. Поведение солей диазония в щелочной среде.

Реакции диазосоединений с выделением азота. Термическое разложение арилдиазония (реакция Шимана и образование фенолов), реакция с иодид-ионом, замещение диазогруппы на водород. Реакция Зандмейера для введения галоген-, циано-, нитрогрупп. Реакции диазосоединений без выделения азота: восстановление, азосочетание (требования к азо- и диазо-компонентам). Примеры азокрасителей (метилоранж).

7. КАРБОНИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Методы получения альдегидов и кетонов: окисление спиртов, озонолиз алкенов, использование реакций гидроборирования, магнийорганических соединений, купратов, окислительное расщепление диолов, пинаколиновая перегруппировка, восстановление карбоновых кислот и их производных, пиролиз солей карбоновых кислот, гидролиз *гем*-дигалогенидов, реакция Кучерова, Вакер-процесс*, гидроформилирование алкенов. Синтез карбонильных соединений с помощью реакций конденсации, с использованием ацетоуксусного эфира. Особые способы синтеза ароматических карбонильных соединений.

Строение альдегидов и кетонов. Физические свойства альдегидов, сравнение со спиртами. Сравнение энергий одинарных и двойных связей углерод-углерод и углерод-кислород.

Присоединение нуклеофилов к карбонильной группе. Различие в реакционной способности между альдегидами и кетонами. Эффекты заместителей. Обратимость реакции, механизм. Примеры реакций: гидратация, присоединение спиртов, гидросульфита натрия,

цианистого водорода, ацетиленов. Присоединение азотистых нуклеофилов. Имины. Оксимы, гидразоны. Уротропин.

Реакция карбонильных соединений с магний- и литийорганическими соединениями.

Восстановление карбонильных соединений, особенности использования $LiAlH_4$ и $NaBH_4$. Превращение C=O группы в CH_2.

Реакция Канниццаро.

Реакции, протекающие через образование енольной формы.

Влияние C=O на кислотность α-CH связей в карбонильных соединениях (КС). Сравнение кислотности КС и спиртов. Енолизация, катализируемая кислотами и основаниями.

Галогенирование карбонильных соединений. Галоформная реакция.

Альдольная конденсация в кислой и щелочной среде. Кротоновая конденсация. Понятие «метиленовой» и «карбонильной» компоненты. Недостатки классического варианта альдольно-кротоновой конденсации. Направленная альдольная конденсация.

Реакция Перкина. Бензоиновая конденсация.

α,β-Непредельные альдегиды и кетоны. Способы синтеза. Реакции 1,2- и 1,4-присоединения на примере аминов, цианистого водорода, металлорганических соединений,

Окисление карбонильных соединений. Использование хроматов, перманганата калия, солей серебра, автоокисление альдегидов.

Сложноэфирная конденсация.

8. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ

Способы синтеза карбоновых кислот: окисление спиртов, карбонильных соединений, непредельных и алкилароматических соединений; гидролиз нитрилов и других производных; использование металлорганических соединений; синтезы с малоновым и ацетоуксусным эфиром, галоформная реакция; промышленные способы синтеза важнейших кислот.

Важнейшие свойства карбоновых кислот. Строение карбоксильной группы. Физико-химические свойства кислот: ассоциация, диссоциация, влияние заместителей на кислотность, замещение гидроксильной группы, восстановление, синтез производных. Декарбоксилирование: термическое, по Кольбе, реакция Бородина-Хунсдиккера, пиролитическая кетонизация. Реакции по α-атому (Гелль-Фольгард-Зелинский).

Производные карбоновых кислот. Галогенангидриды. Синтез хлорангидридов из кислот.

Ангидриды карбоновых кислот и кетены. Важнейшие свойства. Сложные эфиры. Синтез и свойства.

Синтез амидов карбоновых кислот. Свойства: гидролиз, дегидратация, восстановление. Нитрилы. Синтез. Свойства: гидролиз, кислотность α-CH связей.

Непредельные кислоты. Синтез: реакции Кневенагеля, Виттига, Перкина, Хека, из β-оксикислот. Жиры.

Двухосновные кислоты. Синтез важнейших дикарбоновых кислот. Особенности химических свойств и использование в синтезе. Синтезы с использованием малонового эфира. Фталевая и терефталевая кислоты, получение в промышленности. Фталимид и его использование в синтезе. Фумаровая и малеиновая кислоты, их эфиры и использование в синтезе.

Свойства ацетоуксусного эфира (АУЭ). Таутомерия. Влияние растворителей на положение равновесия. Синтезы с использованием АУЭ. Кетонное и кислотное расщепление. АУЭ. Дианион АУЭ и его раздельное алкилирование.

9. ГЕТЕРОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

9.1. Гидроксикислоты

α, β, γ-гидроксикислоты. Способы получения: из галогенозамещённых кислот (гидролиз), из карбонильных соединений через гидроксинитрилы (α-гидроксикислоты). Получе-

ние β-гидроксикислот по реакции Реформатского.

Физические и химические свойства. Особенности свойств α-, β-, и γ-гидроксикислот. Лактиды. Лактоны. Молочная кислота. Винные кислоты. Стереоизомерия молочных и винных кислот.

9.2. Аминокислоты, пептиды и белки

α, β, γ-аминокислоты. Конфигурация природных L-аминокислот. Амфотерность, изоэлектрическая точка. Электрофорез.

Химические свойства -COOH и $-NH_2$ групп. Хелаты. Бетаины. Поведение при нагревании (ср. с оксикислотами). Синтез сложных эфиров и N-ацилирование – путь к пептидному синтезу

Важнейшие способы синтеза аминокислот: из галогенкарбоновых кислот. Белки. Четыре уровня организации нативных белков.

9.3. Оксокислоты

9.4. Углеводы

Классификация углеводов: по количеству атомов С; по наличию С=О или СНО групп; по количеству циклических фрагментов. Альдозы и кетозы. Стереохимия альдоз и кетоз в проекциях Фишера. Циклические полуацетали альдогексоз: глюкопиранозы и глюкофуранозы, α- и β-аномеры. Формулы Хеуорса для аномерных моносахаридов. Стереохимия.

Кольчато-цепная таутомерия углеводов. Эпимеры, аномеры, мутаротация. Химические свойства глюкозы как альдегидоспирта: D-фруктоза как представитель кетоз. Дисахариды. Мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Восстанавливающие и невосстанавливающие сахара. Полисахариды - крахмал, гликоген, целлюлоза, нитроклетчатка. Вискозное волокно, производство бумаги.

Тематика лабораторных работ

№	Тематика	Название лабораторной работы
1.	Методы выделения и очистки органических веществ	Перегонка смеси при атмосферном давлении Перекристаллизация Экстракция твердых веществ Определение основных физико-химических показателей органических веществ (температура плавления, показатель преломления)
2. 2.1	Углеводороды. Алканы	Способы получения алканов Основные химические свойства предельных углеводородов
2.2	Алкены	Способы получения алкенов Основные химические свойства непредельных углеводородов
2.3	Алкины	Способы получения алкинов Основные химические свойства непредельных углеводородов
2.6	Ароматические соединения	Сульфирование толуола
4. 4.1	Гидроксилсодержащие производные Спирты	Синтез бромистого бутила
8. 8.3	Карбоновые кислоты Ароматические кислоты	Синтез бензойной кислоты

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При освоении курса во время лабораторных занятий студентам предлагается **работа в малых группах:**

- учебная группа разбивается на несколько небольших групп — по 2-3 человека
- каждая группа получает своё задание
- процесс выполнения задания в группе осуществляется на основе обмена мнениями, оценками.

Групповая работа стимулирует согласованное взаимодействие между студентами, отношения взаимной ответственности и сотрудничества.

При формировании групп учитываются два признака: уровень учебных успехов студентов; характер межличностных отношений. В группу подбираются студенты, между которыми сложились отношения доброжелательности, в этом случае в группе возникает психологическая атмосфера взаимопонимания и взаимопомощи, снимаются тревожность и страх. В ряде случаев студентам самим предлагается разбиться на группы, состав которых, впоследствии, может корректироваться для повышения качества работы. На базе сформированных групп возможно проведение **ролевых игр** для решения поставленных преподавателем задач.

При изучении теоретического курса используются **методы IT** - применение компьютеров для доступа к интернет-ресурсам, использование обучающих программ для расширения информационного поля, обеспечения удобства преобразования и структурирования информации для трансформации её в знание.

Преподнесение теоретического материала осуществляется с помощью электронных средств обучения при непосредственном прочтении данного материала лектором.

Некоторые разделы теоретического курса изучаются с использованием **опережающей самостоятельной работы:** студенты получают задание на изучение нового материала до его изложения на лекции.

Для оценки освоения теоретического материала студентами используются тест-тренажеры, а также традиционные письменные и устные контрольные мероприятия (коллоквиумы, контрольные работы).

В лабораторном практикуме используется **метод проблемного обучения**: студент получает задание на синтез, методику которого должен подобрать и изучить самостоятельно, исходя из имеющихся реактивов.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Задания рейтинг-контроля №1
Темы: Алканы, Алкены

1. Напишите реакции получения 2-метилпропана:

1. По реакции Вюрца
2. По реакции Дюма
3. По реакции Кольбе

Для 2-метилпропана напишите реакции: галогенирования, нитрования, сульфоокисления, дегидрирования, горения.
Для всех реакций укажите условия протекания.
Составьте возможные реакции, проходящие при крекинге 2-метилпропана.

2. Получите 2-метилбутен-2 из соответствующего спирта, галогенопроизводного, дигалогенопроизводного. Для полученного 2-метилбутена-2 напишите реакции с водородом, раствором брома, бромоводородом с получением продукта по правилу Марковникова и против правила Марковникова, водой, окисления в мягких и жестких условиях, полимеризации. Для всех реакций укажите условия протекания.

3. Напишите уравнения реакций, соответствующих схемам:

a. $CH_3COONa \longrightarrow CH_4 \longrightarrow A \longrightarrow C_2H_6 \longrightarrow C_2H_4 \longrightarrow C_2H_6 \longrightarrow CO_2$

b. Этан→А→хлорэтан→А→этанол→А→1,2-дибромэтан→А→этандиол-1,2

Задания рейтинг-контроля №2
Темы: Алкины, Ароматические углеводороды, Галогенопроизводные углеводородов

1. Напишите реакции получения ацетилена из метана и карбида кальция. Из ацетилена получите пропин (в две стадии). Для пропина напишите реакции:

4. бромирования
5. гидробромирования
6. гидратации
7. гидрирования
8. окисления перманганатом калия в кислой среде
9. циклической тримеризации

2. Получите бензол из ацетилена. Из бензола получите *о*-ниротолуол и *п*-нитротолуол. Одно из веществ (любое) окислите перманганатом калия в кислой среде.

3. а) Получите 2-хлорпропан из пропана, пропилена, соответствующего спирта. Из 2-хлорпропана получите спирт, простой эфир, сложный эфир, нитросоединение, нитрил, амин, алкен.

б) Получите бромбензол из бензола. Для бромбензола напишите реакции:
с водным раствором NaOH

1. с CH_3ONa
2. с CH_3Br + Na
3. с CH_3Br (в присутствии $AlBr_3$)

Задания рейтинг-контроля №3
Темы: Спирты, Фенолы, Карбонильные соединения, Карбоновые кислоты

1. Напишите реакции получения 2-бутанола из алкена, галогенопроизводного, карбонильного соединения. Для 2-бутанола напишите реакции:

10. металлическим натрием
11. с уксусной кислотой
12. с хлороводородом
13. дегидратации (внутримолекулярной и межмолекулярной)
14. окисления перманганатом калия в кислой среде или оксидом меди

2. Осуществите следующие превращения:

$$\text{фенол} \xrightarrow{NaOH} A \xrightarrow{C_2H_5I} Б \xrightarrow{HNO_3,\,H_2SO_4} В$$

3. На 1,1-дихлорпропан подействуйте избытком водного раствора щелочи. Полученный продукт введите в реакцию:

1. с метанолом (CH_3OH)
2. с синильной кислотой (HCN)
3. с гидросульфитом натрия ($NaHSO_3$)
4. с аммиачным раствором оксида серебра ($[Ag(NH_3)_2]OH$)
5. с водородом

4. Для пропановой кислоты напишите реакции получения ангидрида, галогенангидрида, амида, нитрила. Для бензойной кислоты напишите реакцию получения сложного эфира. Для щавелевой кислоты напишите реакцию получения соли.

Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа студента – важнейшая составляющая образовательного процесса, определяющая в конечном итоге степень усвоения студентом теоретического материала. В процессе освоения курса Органическая химия СРС заключается в следующем:

1. Изучение некоторых разделов, которые в лекционном курсе не рассмотрены. При этом используется рекомендованная литература.
2. Подготовка к лабораторным занятиям
3. Подготовка к текущему контролю (решение задач). Варианты заданий представлены в рекомендованных сборниках задач.
4. Подготовка к промежуточному контролю (зачет) с использованием рекомендованной литературы, конспектов лекций и согласно перечню вопросов для проведения зачета.

Более полно методические указания для СРС представлены в составе УМК.

Разделы дисциплины для СРС

1. Раздел 1. Тема 1.1.Основные понятия
2. Раздел 1. Тема 1.2.Методы выделения и очистки органических веществ
3. Раздел 1. Тема 1.3. Физические методы анализа органических веществ
4. Раздел 2. Тема 2.5. Алициклические углеводороды
5. Раздел 3. Галогенпроизводные
6. Раздел 5. Простые эфиры
7. Раздел 6.Тема 6.1. Нитросоединения
8. Раздел 6.Тема 6.3. Азо- и диазосоединения
9. Раздел 8. Тема 8.4. Многоосновные карбоновые кислоты
10. Раздел 9.Тема 9.1. Гидроксикислоты
11. Раздел 9.Тема 9.2. Аминокислоты
12. Раздел 9.Тема 9.3. Оксокислоты
13. Раздел 9.Тема 9.4. Углеводы

Вопросы для проведения зачета

1. Гомологический ряд алканов. Строение и общая характеристика свойств. Реакции замещения: галогенирование, нитрование.
2. Гомологический ряд алкенов. Строение и общая характеристика свойств. Реакции электрофильного присоединения.
3. Направление присоединения кислот к несимметричным алкенам (правило Марковникова и его современное объяснение). Строение, относительная устойчивость и реакционная способность карбкатионов. Перекисный эффект Караша и его объяснение.
4. Реакции высокотемпературного галогенирования алкенов. Строение и относительная устойчивость радикалов аллильного типа.
5. Окисление и озонолиз алкенов.
6. Мономеры, олигомеры, полимеры. Полимеризация и сополимеризация алкенов и диенов. Понятие о натуральном и синтетическом каучуках.

7. Строение сопряженных диенов. Реакции 1,2- и 1,4-присоединения к диеновым углеводородам. Зависимость направления присоединения от температуры.
8. Гомологический ряд алкинов. Строение и общая характеристика свойств. Реакции присоединения водорода, галогенов, галогеноводородов, кислот и HCN.
9. Строение и причина кислых свойств алкинов с концевой тройной связью. Получение ацетиленидов. Присоединение спиртов и воды.
10. Алициклические углеводороды. Современные представления о строении циклоалканов. Конформации циклогексана.
11. Химические свойства циклоалканов: гидрирование, галогенирование, гидрогалогенироавние. Связь между строением и реакционной способностью циклоалканов.
12. Строение бензола и общая характеристика свойств ароматических углеводородов. Механизм электрофильного замещения. Характеристика π и σ комплексов.
13. Реакции галогенирования, нитрования, сульфирования, алкилирования и ацилирования бензола. Способы генерирования электрофильной частицы в реакционной среде.
14. Влияние заместителей на направление и скорость электрофильного замещения в ароматических соединениях; активирующие и дезактивирующие о-, п- ориентанты.
15. Влияние заместителей на направление и скорость электрофильного замещения в ароматических соединениях; дезактивирующие м- ориентанты.
16. Дизамещенные бензолы: согласованная и несогласованная ориентация.
17. Механизм замещения галогена в первичных галогеналканах. Влияние различных факторов на скорость реакции.
18. Механизм замещения галогена в третичных галогеналканах. Влияние различных факторов на скорость реакции.
19. Получение из галогеналканов: спиртов, простых и сложных эфиров, нитритов, нитрилов, аминов. Реакции галогеналканов с металлами (Na, Mg).
20. Причина и механизм (E2 и E1) реакций элиминирования галогеналканов.
21. Строение и реакционная способность аллилгалогенидов и винилгалогенидов в реакциях нуклеофильного замещения.
22. Галогенпроизводные ароматических углеводородов. Причина инертности хлорбензола в реакциях нуклеофильного замещения. Механизм замещения галогена в неактивированных соединениях.
23. Причина инертности ароматических галогенпроизводных в реакциях нуклеофильного замещения. Механизм замещения галогена в активированных соединениях.
24. Хлористый бензил. Его строение и реакционная способность в реакциях нуклеофильного замещения. Замена галогена на различные группы (примеры реакций).
25. Получение магнийорганических соединений (реактивы Гриньяра). Их строение и свойства: взаимодействие с ацетиленовыми углеводородами с концевой тройной связью, спиртами, кислотами, карбонильными соединениями, диоксидом углерода.
26. Строение одноатомных спиртов. Спирты как ассоциированные жидкости. Причина кислотности спиртов. Реакции образования алкоголятов.
27. Нуклеофильность и основность спиртов и алкоголят-анионов. Особенности SN_2 реакций спиртов.
28. Нуклеофильность и основность спиртов и алкоголят-анионов. Особенности SN_1 реакций спиртов.
29. Химические свойства спиртов: реакции с галогеноводородными кислотами, PCl_5, внутри- и межмолекулярная дегидратация, ацилирование и окисление.
30. Получение симметричных и несимметричных простых эфиров (планирование синтеза Вильямсона). Химические свойства простых эфиров: основность, образование оксониевых комплексов, расщепление.
31. Одноатомные фенолы. Причина кислых свойств фенолов. Электрофильное замещение в ядро фенолов.
32. Строение нитрогруппы. Таутомерные превращения нитроалканов. Подвижность водорода при α-углеродном атоме.
33. Нитробензол. Восстановление в кислой и щелочной среде.

34. Строение аминов: гибридизация атома азота, конфигурация молекулы амина, межмолекулярные водородные связи. Связь между строением и основностью амина.
35. Реакции аминов с кислотами, алкилирование и ацилирование аминов. Реакции с азотистой кислотой. Реакции ароматических аминов с альдегидами.
36. Диазосоединения: строение и получение. Реакции с выделением и без выделения азота.
37. Строение карбонильной группы. Химические свойства алифатических карбонильных соединений: присоединение спиртов, гидросульфита натрия, синильной кислоты, пятихлористого фосфора, реактивов Гриньяра.
38. Реакции альдегидов и кетонов с аммиаком и его производными: гидразином, гидроксиламином, фенилгидразином.
39. Причина реакционной способности водорода у α-углеродного атома. Кето-енольная таутомерия. Механизм альдольно-кротоновой конденсации.
40. Окисление и восстановление альдегидов и кетонов. Реакция Канниццаро.
41. Строение и особенности химических свойств α,β-непредельных альдегидов и кетонов (реакции электрофильного и нуклеофильного присоединения).
42. Реакционная способность ароматических альдегидов и кетонов в реакциях нуклеофильного присоединения (реакция с синильной кислотой и гидросульфитом натрия). Окисление и восстановление.
43. Реакции конденсации ароматических альдегидов и кетонов: конденсация с алифатическими альдегидами и кетонами, реакция Перкина, перекрестная реакция Канниццаро. Их механизмы.
44. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-аниона. Кислотные свойства одноосновных карбоновых кислот. Реакции кислот с металлами, щелочами, карбонатами, реактивами Гриньяра.
45. Реакция этерификации, ее механизм. Декарбоксилирование и восстановление кислот.
46. Получение производных кислот: солей, амидов, нитрилов, ангидридов и галогенангидридов, сложных эфиров. Гидролиз производных кислот. Реакционная способность производных в реакциях нуклеофильного присоединения.
47. Особенности химических свойств α,β-непредельных кислот. Акриловая и метакриловая кислоты, акрилонитрил.
48. Особенности физических и химических свойств двухосновных кислот. Кислотность. Реакции декарбоксилирования.
49. Малоновый эфир и синтезы на его основе.
50. Кислотные свойства ароматических карбоновых кислот. Влияние природы и расположения заместителей на силу кислот.
51. Гидроксикислоты: особенности химических свойств α,β,γ- гидроксикислот.
52. Аминокислоты: особенности физических и химических свойств α,β,γ- аминокислот. Биполярный ион.
53. Углеводы: классификация, строение, конфигурация.
54. Моносахариды: глюкоза и фруктоза.
55. Химические свойства углеводов: восстановление, окисление, реакции с синильной кислотой.
56. Алкилирование, ацилирование углеводов,
57. Взаимодействие углеводов с производными аммиака (гидроксиламином, фенилгидразином).
58. Дисахариды: лактоза, мальтоза, целлобиоза, сахароза. Строение, свойства и распространение в природе.
59. Полисахариды: крахмал. Строение, свойства и распространение в природе.
60. Полисахариды: целлюлоза. Строение, свойства

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

➢ Основная литература

1. Органическая химия : учебник / С. Э. Зурабян, А. П. Лузин ; под ред. Н. А. Тюкавкиной. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 384 с. : ил. - ISBN 978-5-9704-2940-2
2. Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 2 ч. Ч. 1 / М. В. Ливанцов [и др.] ; под ред. академика РАН Н. С. Зефирова. - Эл. изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 255 с. : ил. - (Учебник для высшей школы). - ISBN 978-5-9963-1053-1 (Ч. I), ISBN 978-5-94774-759-1 1
3. Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 2 ч. Ч. 2 / М. В. Ливанцов [и др.] ; под ред. академика РАН Н. С. Зефирова. - Эл. изд. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 714 с.: ил. - 70x100/16. - (Учебник для высшей школы). ISBN 978-5-9963-1054-8 (Ч. II), ISBN 978-5-94774-759-1
4. Практикум по органической химии [Электронный ресурс] / В. И. Теренин [и др.] ; под ред. академика РАН Н. С. Зефирова. - 2-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 568 с.: ил. - (Учебник для высшей школы). - ISBN 978-5-9963-1101-9

➢ Дополнительная литература

1. Органическая химия [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ И.В. Богомолова, С.С. Макарихина. - М. : ФЛИНТА, 2013. - 365 с. - ISBN 978-5-9765-1705-9.
2. Ермолаева, Елена Вадимовна. Контрольные задания по органической химии / Е. В. Ермолаева, И. С. Акчурина, Л. А. Дуденкова ; Владимирский государственный университет (ВлГУ), Кафедра полимерных материалов .— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2009 .— 44 с.
3. Ермолаева, Елена Вадимовна. Основы синтезов органических соединений : учебное пособие / Е. В. Ермолаева, И. С. Акчурина, Е. С. Ильина ; Владимирский государственный университет (ВлГУ) .— Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2010 .— 104 с. : ил., табл.

➢ Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. http://c-books.narod.ru/pryanishnikov1_2_1.html
2. http://www.fptl.ru/tehnika-labrabot/prostaja-peregonka.html
3. http://alhimic.ucoz.ru/load/36
4. http://www.chem.msu.su/rus/teaching/org.html
5. http://www.xumuk.ru
6. http://chemistry.narod.ru
7. http://www.media.ssu.samara.ru/lectures/himiya/deryabina/index.html
8. ChemSoft 2008

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционный курс читается в классической аудитории или с использованием мультимедийного оборудования. Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории органической химии кафедры химических технологий. В преподавании используются имеющиеся в составе УМК материалы.

Теоретический курс: лекции, контрольные тесты, варианты заданий для контрольных работ.

Лабораторный практикум: тематика лабораторных работ лабораторные установки и оборудование (ауд. 334-1).

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 05.03.06 «Экология и природопользование»

Рабочую программу составил _____ доц.кафедры ХТ Ермолаева Е.В.

Рецензент _____ ген.директор ОАО «Владисарт» к.х.н. Каталевский Е.Е.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химических технологий _____

Протокол № 1 от 10.4.16 года

Заведующий кафедрой _____ Панов Ю.Т.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 05.03.06 «Экология и природопользование»

Протокол № 1 от 01.09.2016 года

Председатель комиссии _____ Трифонова Т.А.

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ

РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 2017-18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 29 от 19.06.17 года

Заведующий кафедрой _____ Т. А. Трифонова

Рабочая программа одобрена на 2018-19 учебный год

Протокол заседания кафедры № 27 от 25.06.18 года

Заведующий кафедрой _____ Т. А. Трифонова

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____