

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учебно-методическое объединение по педагогическому образованию

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

_____ И.А. Старовойтова

Регистрационный № ТД- _____ /тип.

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

**Типовая учебная программа по учебной дисциплине
для специальности
1– 02 04 01 Биология и химия**

СОГЛАСОВАНО

Председатель учебно-методического
объединения по педагогическому
образованию

_____ А.И.Жук

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления
общего среднего, дошкольного
и специального образования
Министерства образования
Республики Беларусь

_____ М.С.Киндиренко

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления
профессионального образования
Министерства образования
Республики Беларусь

_____ С.А.Касперович

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»

_____ И.В.Титович

Эксперт-нормоконтролер

СОСТАВИТЕЛИ:

Васильева Н.Г., доцент кафедры химии факультета естествознания учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат химических наук, доцент;

Козлова-Козыревская А.Л., заведующий кафедрой химии факультета естествознания учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат химических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра органической химии Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 30.08.2021);

Ф.Ф. Лахвич, доцент кафедры биоорганической химии Белорусского государственного медицинского университета, кандидат химических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой химии факультета естествознания учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» (протокол № 1 от 30.08.2021);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» (протокол № 2 от 19.10.2021);

Научно-методическим советом по естественнонаучному образованию учебно-методического объединения по педагогическому образованию (протокол № 1 от 22.10.2021).

Ответственный за редакцию: Васильева Н.Г.

Ответственный за выпуск: Васильева Н.Г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая программа по учебной дисциплине «Органическая химия» разработана для учреждений высшего образования Республики Беларусь в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой ступени по специальности 1-02 04 01 «Биология и химия» и относится к блоку дисциплин специальности (государственный компонент).

Учебная дисциплина должна быть основой для дальнейшего изучения химических дисциплин студентами педагогических университетов и способствовать развитию их творческого мышления. Вопросы, рассмотренные в процессе изучения дисциплины, позволяют студентам овладеть основами фундаментальных знаний в области химических наук, освоить фактический материал общей химии, сформировать системный подход к пониманию основных закономерностей строения и химического поведения веществ, связи между строением и физико-химическими свойствами соединений.

Целью изучения учебной дисциплины «Органическая химия» является формирование у студентов основы системы фундаментальных естественнонаучных знаний и химического мышления, необходимых для понимания физико-химических основ развития природных объектов.

К основным **задачам** учебной дисциплины относятся:

1. Изучить основные закономерности строения и химического поведения веществ, протекания химических процессов.
2. Усвоить взаимосвязи между строением и свойствами соединений.
3. Сформировать навыки решения расчетных и качественных химических задач.
4. Сформировать навыки работы в химической лаборатории.

Содержание учебной дисциплины основывается на базе знаний по химии, физике и математике в объеме программы средней школы и сочетается со смежными дисциплинами химического блока («Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Методика преподавания химии»), а также с рядом дисциплин биологического блока, путем установления межпредметных связей, что способствует усвоению и глубокому пониманию физико-химической сущности биологических наук, изучение которых необходимо обеспечить в рамках компонента учреждения высшего образования.

В программе отражены современное состояние и пути развития химических наук. Это позволит будущему преподавателю в теоретическом плане быть более мобильным и чутким к требованиям времени.

Основными формами занятий являются лекции, лабораторные, практические и семинарские занятия. Лекции могут носить проблемный характер, быть направленными на рассмотрение основных вопросов программы. Во время лабораторных занятий, происходит формирование экспериментальных навыков работы; связь с лекционным курсом происходит

через систему коллоквиумов, согласно тематике лабораторного практикума. На семинарских занятиях обсуждаются основные теоретические положения по рассматриваемой теме. На практических занятиях рассматривается решение задач по изучаемой теме.

Контроль усвоения знаний, навыков и умений осуществляется в устной (коллоквиумы по темам лабораторных работ, доклады на семинарах) и письменной (тестовые задания) формах.

В результате изучения учебной дисциплины обучаемый должен

знать:

–строение и свойства изучаемых в курсе классов органических соединений;

–особенности реакционной способности основных классов органических соединений, основные закономерности реализации органических реакций;

–основные понятия стереохимии;

–основные приемы работы в лаборатории органической химии;

–основные физико-химические методы исследования органических соединений;

уметь:

–называть органические соединения согласно номенклатуре ИЮПАК и другим номенклатурам;

–записывать уравнения химических реакций изученных соединений, содержащих характеристичные функциональные группы;

–пользоваться основными способами изображения структуры и пространственного строения молекул органических соединений;

–проводить эксперимент по синтезу простых органических соединений с использованием методических указаний и литературных источников, а также анализировать элементарные физические характеристики органических соединений;

–представлять итоги выполненной работы в виде отчетов, рефератов и докладов;

владеть:

–основами номенклатуры и классификации органических соединений;

–алгоритмами определения свойств органических веществ в соответствии с их структурой;

–основными принципами планирования синтеза и определения структуры органических соединений;

–основами техники лабораторного эксперимента.

В результате изучения учебной дисциплины «Органическая химия» студент должен овладеть следующей базовой профессиональной компетенцией (БПК):

БПК-9. Интерпретировать основные закономерности периодичности свойств элементов и их соединений, строения, свойств и способов получения химических веществ, протекания химических процессов с их участием,

владеть методикой решения расчетных и экспериментальных химических задач.

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине «Органическая химия» студент должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

Всего на изучение дисциплины отводится 216 часов, из них аудиторных 102 часа (6 зачетных единиц) (42 – лекции, 36 – лабораторные занятия, 8 – семинарские занятия, 16 – практические занятия).

Форма текущего контроля – экзамен.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№	Наименование разделов	Количество аудиторных часов				
		Всего	в том числе			
			Лекций	Лабораторных занятий	Семинаров	Практических занятий
1	Ароматические углеводороды (арены)	13	6	4	1	2
2	Галогенпроизводные углеводородов и металлоорганические соединения	13	6	4	1	2
3	Гидроксисоединения и их производные	13	6	4	1	2
4	Альдегиды и кетоны	11	4	4	1	2
5	Карбоновые кислоты и их производные	19	8	8	1	2
6	Азотсодержащие соединения.	11	4	4	1	2
7	Углеводы	9	2	4	1	2
8	Гетероциклические соединения	13	6	4	1	2
Итого		102	42	36	8	16

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Ароматические углеводороды (арены)

1.1. Бензол, его гомологи и производные

Классификация. Номенклатура и изомерия гомологов бензола.

Каталитический риформинг нефти – основной источник получения ароматических углеводородов в промышленности.

Электронное строение бензольного кольца. Критерии ароматичности Хюккеля, гетероциклические и небензоидные ароматические системы.

Механизм реакций электрофильного замещения S_E (сульфирование, нитрование, галогенирование, алкилирование, ацилирование) в ароматических системах. Активирующие и дезактивирующие заместители, *орто*-, *пара*- и *мета*-ориентанты, их влияние на скорость реакции и состав продуктов. Согласованная и несогласованная ориентация в замещенных бензолах. Формилирование, ацилирование и другие реакции аренов используемые в синтезе.

Алкилбензолы. Способы получения.

Химические свойства. Реакции электрофильного замещения в бензольном кольце и особенности ориентации в этих реакциях. Дезалкилирование, диспропорционирование, изомеризация алкилбензолов. Реакции радикального замещения и окисления в боковой цепи. Стирол, стильбены, фенилацетилен.

1.2. Полициклические ароматические соединения

Общие представления. Соединения с изолированными циклами: дифенил, дифенилметан, трифенилметан и их производные.

Конденсированные бензоидные углеводороды. Источники многоядерных углеводородов. Нафталин, электронное строение и ароматичность. Химические свойства нафталина: реакции электрофильного замещения, каталитическое гидрирование и окисление. Антрацен, фенантрен: электронное строение и ароматичность, особенности химических свойств.

Раздел 2. Галогенпроизводные углеводородов и металлоорганические соединения

2.1. Галогензамещенные алканы

Номенклатура и изомерия. Способы образования связи углерод-галоген.

Химические свойства галогеналканов. Полярность и поляризуемость связи углерод-галоген. Реакции нуклеофильного замещения: кинетика, стереохимия, энергетический профиль, влияние природы субстрата, реагента и растворителя на скорость реакций S_N1 и S_N2 -типов. Реакции нуклеофильного замещения при получении спиртов, простых и сложных эфиров, аминов, тиолов, нитрилов, нитросоединений и др. из галогензамещенных алканов.

Реакции элиминирования: механизмы $E2$ и $E1$. Направление элиминирования, правила Зайцева и Гофмана. Стереохимия $E2$ -реакций

(анти-элиминирование). Влияние природы реагирующих веществ и растворителя на скорость реакций. Конкуренция реакций замещения и элиминирования.

Соединения с пониженной подвижностью атома галогена: винилхлорид и хлоропрен. Способы получения, химические свойства и применение.

Полигалогенпроизводные простейших углеводородов. Способы получения: хлорирование алканов, галоформная реакция. Получение полифторпроизводных метана и этана, фреоны. Полихлорированные и полифторированные производные этилена. Тефлон.

2.2. Ароматические галогенпроизводные

Способы получения: галогенирование ароматических углеводородов, синтез из солей диазония. Реакции нуклеофильного замещения атома галогена: механизмы присоединения-отщепления S_NAr и отщепления-присоединения.

Соединения с повышенной подвижностью атома галогена: бензил- и аллилгалогениды, способы получения и особенности химических свойств. Аллильные перегруппировки. Ди- и трифенилхлорметаны, стабилизированные свободные радикалы и карбокатионы.

2.3. Металлоорганические соединения

Способы получения из галогенпроизводных и углеводородов, обладающих СН-кислотностью. Природа связи углерод-металл. Химические свойства магний- и литийорганических соединений: взаимодействие с протонодонорными соединениями, галогенпроизводными углеводородов, карбонильными соединениями, производными карбоновых кислот, оксиранами и диоксидом углерода. Использование в синтезе медь- и ртутьорганических соединений.

Раздел 3. Гидроксисоединения и их производные

3.1. Одноатомные спирты

Классификация, номенклатура, изомерия. Промышленные и лабораторные способы получения алифатических спиртов и циклогексанола.

Физические свойства и характер их изменения в гомологическом ряду.

Химические свойства. Кислотно-основные свойства (образование алкоголятов). Замещение гидроксильной группы действием галогеноводородов и галогенангидридов кислот. Спирты и алкоголяты как нуклеофильные агенты, их взаимодействие с галогенпроизводными углеводородов (синтез простых эфиров по Вильямсону), карбоновыми кислотами и их производными. Присоединение спиртов к олефинам, ацетиленовым соединениям, карбонильным соединениям. Дегидратация спиртов. Рассмотрение этих реакций на основании общих представлений о механизмах реакций нуклеофильного замещения и отщепления, нуклеофильного присоединения. Окисление и дегидрирование спиртов.

3.2. Многоатомные спирты

Этиленгликоль, физические и химические свойства, получение и применение. Ди- и полиэтиленгликоли, простые и сложные эфиры

этиленгликоля. Химические свойства 1,2–диолюв: дегидратация, окисление тетраацетатом свинца и йодной кислотой.

Глицерин, методы синтеза и химические свойства. Пентаэритрит, ксилит, сорбит. Некоторые особенности многоатомных спиртов по сравнению с одноатомными (окисление, образование циклических эфиров, способность к комплексообразованию). Сложные эфиры многоатомных спиртов и азотной кислоты.

3.3. Ненасыщенные и ароматические спирты

Аллиловый спирт. Методы синтеза, особенности химических свойств, связанные с аллильным положением гидроксильной группы. Енолы, понятие о кето-енольной таутомерии. Виниловый спирт и его производные. Природные ненасыщенные спирты, феромоны насекомых.

Бензиловый спирт, ди- и трифенилкарбинолы, методы синтеза и химические свойства.

3.4. Фенолы

Классификация, изомерия и номенклатура. Фенол и его гомологи. Нафтолы. Многоатомные фенолы. Основные пути использования фенолов.

Способы введения гидроксильной группы в ароматическое ядро: щелочное плавление солей сульфокислот, гидролиз галогенпроизводных, синтез с использованием солей диазония, кумольный способ получения фенола.

Химические свойства. Причины повышенной кислотности фенолов по сравнению с алифатическими спиртами, влияние заместителей на кислотность фенолов. Получение фенолятов, простых и сложных эфиров фенолов. Реакции электрофильного замещения: галогенирование, сульфирование, нитрование, алкилирование. Конденсация фенолов с формальдегидом. Специфические реакции электрофильного замещения, характерные для фенолятов: получение фенолкарбоновых кислот (реакция Кольбе-Шмитта) и альдегидов бензольного ряда (реакция Раймера-Тимана), азосочетание. Гидрирование и окисление фенолов. Понятие о многоатомных фенолах.

3.5. Простые эфиры

Классификация. Номенклатура. Физические свойства.

Диалкиловые эфиры, способы получения, основанные на реакциях присоединения спиртов к алкенам, взаимодействия алкилгалогенидов с алколюлятами (реакция Вильямсона), дегидратации спиртов.

Взаимодействие с протонными кислотами (основность простых эфиров). Реакции расщепления. Окисление простых эфиров.

Виниловые эфиры, их получение и гидролиз. Жирноароматические и ароматические простые эфиры.

Циклические простые эфиры (тетрагидрофуран и 1,4-диоксан). Понятие о краун-эфирах и их использовании.

Оксираны. Получение окислением олефинов (реакция Прилежаева) и циклизацией галогенгидринов. Реакции с раскрытием цикла при

взаимодействии с галогеноводородами, водой, спиртами, этиленгликолем, аммиаком и аминами, магниорганическими соединениями.

Раздел 4. Альдегиды и кетоны

Классификация, номенклатура и изомерия.

Промышленные методы синтеза важнейших представителей. Общие способы образования карбонильной группы: озонлиз и каталитическое окисление олефинов, оксосинтез, гидратация алкинов (реакция Кучерова), гидролиз геминальных дигалогенидов, окисление и дегидрирование спиртов, ацилирование по Фриделю-Крафтсу, синтез из производных карбоновых кислот (хлорангидридов, нитрилов), пиролиз солей.

Электронное строение карбонильной группы $C=O$: распределение электронной плотности и его связь с реакционной способностью карбонильной группы. Физические свойства альдегидов и кетонов.

Химические свойства. Общие представления о механизме реакций нуклеофильного присоединения по карбонильной группе, роль кислотного и основного катализа, относительная реакционная способность альдегидов и кетонов.

Взаимодействие с O- и S-нуклеофилами: гидратация, образование полуацеталей, ацеталей и их тиоаналогов, гидросульфитных производных. Применение этих процессов для защиты карбонильной группы, выделения и очистки карбонильных соединений. Циклоолигомеризация и полимеризация альдегидов (триоксан, паральдегид, параформ).

Взаимодействие с N-нуклеофилами: реакции с первичными и вторичными аминами (имины, енамины), с гидроксиламином (оксимы), с гидразином (гидразоны, азины). Особенности и практическое значение реакций присоединения-отщепления. Восстановительное аминирование (в присутствии водорода). Особенности реакций формальдегида и других простейших альдегидов с аммиаком (уротропин).

Взаимодействие карбонильных соединений с C-нуклеофилами: цианидами, металлоорганическими соединениями, алкинами, илидами фосфора (реакция Виттига) и фенолами.

Кето-енольная таутомерия и связанные с ней свойства карбонильных соединений: галогенирование и галоформное расщепление. Альдольно-кетоновая конденсация и ее механизм при кислотном и основном катализе. Конденсация альдегидов и кетонов с соединениями, содержащими активную метиленовую группу (реакция Кляйзена-Шмидта, реакция Манниха).

Окислительно-восстановительные реакции альдегидов и кетонов. Окисление альдегидов до карбоновых кислот, окисление кетонов с разрывом углерод-углеродных связей. Восстановление карбонильных соединений каталитическим гидрированием, комплексными гидридами металлов, по Клемменсену и по Кижнеру-Вольфу (избыток гидразина в присутствии щелочи). Реакция Канниццаро.

Электрофильное замещение в ароматических альдегидах и кетонах.

Непредельные альдегиды и кетоны. Общие методы синтеза α,β -непредельных карбонильных соединений: окисление ненасыщенных спиртов, дегидратация альдолей. Электронное строение и его связь с реакционной способностью. Направление реакций по типу 1,2- и 1,4-присоединения, зависимость от различных факторов.

Хиноны. Получение окислением двухатомных фенолов, 1,2- и 1,4-бензохиноны. Химические свойства хинонов: восстановление, реакции 1,2- и 1,4-присоединения, циклоприсоединение, образование хингидрона. Представление о природных соединениях ряда хинонов.

Раздел 5. Карбоновые кислоты и их производные

5.1. Насыщенные и ароматические одноосновные кислоты

Номенклатура, изомерия. Природные источники карбоновых кислот.

Методы получения: окисление углеводов, спиртов и карбонильных соединений, синтеза с использованием магний- и литийорганических реагентов, гидролиз нитрилов и сложных эфиров.

Физические свойства карбоновых кислот.

Химические свойства. Связь кислотности с электронным строением карбоновых кислот и их анионов, зависимость от характера и положения заместителей в алкильной цепи или бензольном ядре.

Производные карбоновых кислот – продукты замещения группы OH: сложные эфиры, галогенангидриды, ангидриды, амиды, нитрилы. Сравнение реакционной способности кислот и их производных, механизм их взаимопревращений, роль кислотного и основного катализа.

Декарбоксилирование (термическое декарбоксилирование, анодное окисление карбоксилат-анионов), восстановление и галогенирование кислот. Реакции замещения в бензольном кольце кислот ароматического ряда. Соли карбоновых кислот. Использование карбоновых кислот и их солей. Мыла.

5.2. Функциональные производные карбоновых кислот

Хлорангидриды: реакции с нуклеофилами и использование хлорангидридов в качестве агентов ацилирования, восстановление в альдегиды, реакции с магнийорганическими соединениями.

Бензоилхлорид, особенности строения и реакционной способности (бензоилирование по Шоттену-Бауману).

Ангидриды карбоновых кислот: получение из солей и галогенангидридов, нагреванием кислот (в присутствии P_2O_5). Ангидриды как ацилирующие агенты (реакция Перкина).

Сложные эфиры: получение реакцией этерификации, ацилированием спиртов и фенолов хлорангидридами карбоновых кислот. Кислотный и щелочной гидролиз сложных эфиров, переэтерификация, восстановление комплексными гидридами металлов, Взаимодействие сложных эфиров с реактивами Гриньяра, особенности его протекания в присутствии алкоксидов титана (реакция Кулинковича), сложноэфирная конденсация. Представление об основных путях использования сложных эфиров.

Амиды. Получение из карбоновых кислот и их производных. Причины пониженной основности и повышенной кислотности амидов по сравнению с аммиаком и аминами. Основные пути превращения: восстановление до аминов (реакция Гофмана), восстановление литийалюминийгидридом, гидролиз. Основные пути использования амидов.

Нитрилы. Синтез из галогенпроизводных углеводородов, амидов карбоновых кислот и оксимов. Частичный и полный гидролиз, восстановление, реакции с магниорганическими соединениями.

5.3. Дикарбоновые кислоты

Общие методы синтеза, способы получения важнейших представителей. Кислотные свойства и их зависимость от взаимного расположения карбоксильных групп. Щавелевая кислота, получение, свойства, биологическая роль. Малоновая кислота. Декарбоксилирование замещенных малоновых кислот. Химические свойства малонового эфира: алкилирование, конденсация с карбонильными соединениями (реакция Кневенагеля), присоединение по активированной электроноакцепторными заместителями кратной связи (реакция Михаэля). Синтетическое использование продуктов этих реакций для получения карбоновых кислот и циклических соединений. Янтарная и глутаровая кислоты: образование ангидридов и имидов. Сукцинимид, его применение в реакции бромирования. Адипиновая кислота и ее производные, их свойства и пути практического использования.

Различное поведение дикарбоновых кислот при нагревании. Фталевая кислота и ее производные: фталевый ангидрид, фталимид. Репелленты, пластификаторы. Терифталевая кислота, диметилтерефталат, лавсан.

5.4. Непредельные карбоновые кислоты

Методы получения α,β -непредельных карбоновых кислот. Электронное строение, взаимное влияние карбоксильной группы и связи $C=C$. Особенности присоединения воды, аммиака и аминов, галогеноводородов к двойной углерод-углеродной связи. Методы получения и пути использования акриловой, метакриловой кислот и их производных. Полиметилметакрилат. Источники и практическое значение олеиновой, линолевой, линоленовой, арахионовой кислот. Понятие о простагландинах. Липиды, жиры, масла.

Непредельные дикарбоновые кислоты. Малеиновая и фумаровая кислоты. Зависимость их химических свойств от пространственного строения. Малеиновый ангидрид и ацетилендикарбоновая кислота в диеновом синтезе.

5.5. Гидрокси- и галогенкарбоновые кислоты

Номенклатура и классификация. Природные источники и важнейшие представители гидроксикислот: гликолевая, молочная, яблочная, винная, лимонная кислоты. Стереохимия природных α -гидроксикислот.

Получение α -гидроксикислот гидролизом α -галогензамещенных кислот, с использованием HCN и β -гидроксикислот по реакции Реформатского.

Химические свойства. Отношение к нагреванию, зависимость характера превращения от взаимного расположения карбоксильной и гидроксигруппы, лактиды, лактоны. Ароматические гидроксикислоты: получение карбоксилированием фенолятов по Кольбе-Шмитту. Получение простых и сложных эфиров. Салициловая кислота, аспирин, салол.

Получение α -галогенкарбоновых кислот галогенированием карбоновых кислот. Реакции нуклеофильного замещения α -галогенкарбоновых кислот: получение α -амино, α -гидрокси, α -циано и других α -замещенных кислот.

5.6. Альдегидо- и кетокислоты

Номенклатура и классификация. Пировиноградная кислота, ее синтез и свойства (декарбоксилирование и декарбонилирование).

Ацетоуксусная кислота, ее свойства. Получение сложных эфиров β -кетокислот по реакции Кляйзена. Ацетоуксусный эфир, его СН-кислотность и таутомерия. Двойственная реакционная способность: реакции как кетона с бисульфитом натрия, циановодородом, гидроксиламином и производными гидразина; реакции енольной формы с бромом, металлоорганическими соединениями с выделением метана, пентахлоридом фосфора, галогенангидридами и др. Кетонное и кислотное расщепление ацетоуксусного эфира.

5.7. Производные угольной кислоты

Фосген, мочевины, эфиры угольной и хлоругольной кислот, нитрил, цианаты, изоцианаты, карбаминовая кислота (уретаны), карбодиимиды. Гуанидин, причины высокой основности.

Раздел 6. Азотсодержащие соединения

6.1. Нитросоединения

Номенклатура и классификация. Способы получения нитросоединений: нитрование углеводородов, обмен атома галогена на нитрогруппу, окисление аминов, синтез ароматических нитросоединений из аминов через соли диазония.

Электронное строение нитрогруппы и ее электроноакцепторный характер. Таутомерия нитросоединений нитро- и аци-формы.

Восстановление алифатических и ароматических нитросоединений. Продукты неполного восстановления нитробензола: азоксибензол, азобензол, гидразобензол. Свойства, связанные с СН-кислотностью нитроалканов, образование солей. Реакции нитроалканов с азотистой кислотой и галогенами как следствие повышенной реакционной способности α -С–Н связей. Специфические свойства ароматических нитросоединений: электрофильное замещение и влияние нитрогруппы как заместителя на скорость и ориентацию в этих реакциях.

6.2. Амины

Классификация, номенклатура. Первичные, вторичные и третичные амины. Способы получения, основанные на реакциях нуклеофильного замещения с участием галогеналканов и спиртов, восстановлении

нитросоединений (работы Зинина), нитрилов и оксимов, восстановительном аминировании карбонильных соединений, превращениях амидов кислот.

Физические свойства: их связь со способностью аминов к образованию водородных связей, характер изменения в гомологическом ряду.

Электронное строение аминогруппы, пространственное строение аминов.

Химические свойства. Проявление кислых свойств в реакциях с сильными основаниями. Зависимость основности от строения аминов и природы углеводородных радикалов. Нуклеофильные свойства алкил- и ариламинов: алкилирование, ацилирование, реакции с альдегидами и кетонами. Четвертичные аммониевые основания и соли. Разложение гидроксидов тетраалкиламмония по Гофману.

Особенности свойств ароматических аминов. Реакции электрофильного замещения. Ацилирование ароматических аминов как способ защиты аминогруппы. Сульфаниловая кислота и сульфамидные препараты.

6.3. Диазо- и азосоединения

Диазотирование ароматических аминов (реакция Грисса), способы его осуществления, побочные реакции. Взаимопревращения различных форм diazosоединений. Реакции солей diaзония, протекающие с выделением азота, их использование для получения функциональных производных ароматических соединений (замещение аминогруппы на H, OH, F, Cl, Br, I, NO₂ и др.) Арилирование ароматических соединений. Реакции diazosоединений, протекающие без выделения азота: восстановление до арилгидразинов, азосочетание как реакция электрофильного замещения. Азо- и diazosоставляющие, условия сочетания с аминами и фенолами. Азокрасители.

Диазометан – diazosоединение алифатического ряда, присоединение diaзометана по двойной связи с образованием циклопропанового цикла.

6.4. Аминокислоты

Классификация аминокислот и α -аминокислот (по природе радикала). Номенклатура. Природные α -аминокислоты, стереоизомерия и оптическая активность. Синтезы из α -галогенкарбоновых кислот, альдегидов и кетонов (метод Штреккера-Зелинского). Синтез β -аминокислот из непредельных кислот. Кислотно-основные свойства α -аминокислот, зависимость форм существования от pH среды, изоэлектрическая точка. Образование производных по карбоксильной и аминогруппе, бетаины. Превращения аминокислот, протекающие при нагревании, и зависимость их результата от взаимного расположения функциональных групп. Дезаминирование при взаимодействии с азотистой кислотой. Представление о пептидном синтезе и полипептидах.

Биологическая роль γ -аминомасляной кислоты; *p*-аминобензойная кислота, использование в медицине.

Раздел 7. Углеводы

Классификация. Моносахариды: номенклатура, важнейшие пентозы и гексозы. Стереоизомерия, конфигурационные ряды. Кольчато-цепная таутомерия. Пиранозные и фуранозные формы, α - и β -аномеры. Мутаротация. Эпимеризация. Реакции, моносахаридов: окисление (в различных условиях) и восстановление, образование фенилгидразонов и озаонов, ацилирование, образование гликозидов, Удлинение и укорачивание углеродной цепи (синтез Килиани-Фишера, деградация по Руффу).

Дисахариды (биозы): мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Строение и химические свойства. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды.

Полисахариды. Классификация. Строение целлюлозы и крахмала. Сравнение химических свойств.

Раздел 8. Гетероциклические соединения

8.1. Гетероциклы с одним гетероатомом

Классификация гетероциклических систем по различным признакам (размер цикла, характер гетероатома, число гетероатомов, наличие ароматичности).

Пятичленные гетероциклические соединения: пиррол, фуран, тиофен. Синтез из 1,4-дикарбонильных соединений (метод Пааля-Кнорра), взаимопревращение циклов (реакция Юрьева). Реакции электрофильного замещения, их ориентация. Ацидофобность фурана и пиррола. Фурфурол. Кислотные свойства пиррола и их использование в синтезе. Пиррольный цикл как структурный фрагмент хлорофилла и гемоглобина.

Индол и его производные. Методы построения индольного ядра, основанные на использовании ароматических аминов и арилгидразонов (реакция Фишера). Регионаправленность реакций электрофильного замещения в индоле. Представление о природных соединениях индольного ряда. Индиго.

Пиридин и его гомологи. Номенклатура и изомерия производных. Синтез Ганча. Основность пиридинового цикла (образование солей). Проявление нуклеофильных свойств в реакциях с электрофилами по атому азота (алкилирование, ацилирование). Особенности реакций электрофильного замещения в ядре пиридина. Амнирование как реакция нуклеофильного замещения (реакция Чичибабина).

Хинолин и его простейшие производные. Основность и реакции электрофильного замещения в сравнении со свойствами пиридина. Изохинолин.

Пиран и его производные: соли пирилия, пироны. Производные бензопирана.

8.2. Гетероциклы с двумя гетероатомами

Имидазол, оксазол и тиазол, как азоаналоги пиррола, фурана и тиофена. Имидазол: замещение по атому азота (алкилирование и

ацилирование) и по атомам углерода (нитрование, сульфирование).
Таутомерия. Пиразол.

Диазины: пиридазин, пиримидин, пиразин. Сравнение химических свойств пиримидина и пиридина. Пиримидиновые нуклеиновые основания.

Бициклические конденсированные системы: пурин и его производные, птеридин. Характеристика химических свойств пуриновых оснований аденина и гуанина. Биологическая роль гетероциклических соединений.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**ЛИТЕРАТУРА****Основная литература**

1. Органическая химия [Электронный ресурс] : учеб.-метод. комплекс для специальности 1-02 04 01 «Биология и химия» / сост.: Н. Г. Васильева, А. Л. Козлова-Козыревская // Репозиторий БГПУ. – Режим доступа: <http://elib.bspu.by/handle/doc/42922>. – Дата доступа: 04.01.2020.

Дополнительная литература

1. Вайзман, Ф. Л. Основы органической химии / Ф. Л. Вайзман. – СПб. : Химия, 1995. – 464 с.

2. Реутов, О. А. Органическая химия : в 4 ч. / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. – М. : БИНОМ, 2007. – Ч. 1. – 567 с. ; Ч. 2. – 623 с. ; Ч. 3. – 544 с. ; Ч. 4. – 726 с.

3. Нейланд, О. Я. Органическая химия / О. Я. Нейланд. – М. : Высш. шк., 1990. – 751 с.

4. Агрономов, А. Е. Избранные главы органической химии : учеб. пособие для вузов / А. Е. Агрономов. – М. : Моск. гос. ун-т, 1990. – 560 с.

5. Органическая химия. Реакционная способность основных классов органических соединений / А. Э. Щербина [и др.]. – Минск. : Белорус. гос. техн. ун-т, 2000. – 613 с.

6. Травень, В. Ф. Органическая химия : учеб. для вузов : в 3 т. / В. Ф. Травень. – М. : БИНОМ, 2019. – Т. 1. – 368 с.

7. Травень, В. Ф. Органическая химия : учеб. для вузов : в 3 т. / В. Ф. Травень. – М. : БИНОМ, 2019. – Т. 3. – 388 с.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ФОРМЫ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ

Основными формами занятий являются лекции, лабораторные, практические и семинарские занятия, общие и индивидуальные консультации.

Лекции могут носить проблемный характер, быть направленными на рассмотрение основных вопросов программы.

Во время лабораторных занятий, происходит формирование экспериментальных навыков работы; связь с лекционным курсом происходит через систему коллоквиумов, согласно тематике лабораторного практикума.

Семинар выполняет следующие функции: систематизация и обобщение знаний по изученному вопросу, теме, разделу (в том числе в нескольких учебных курсах); совершенствование умений работать с дополнительными источниками, сопоставлять изложение одних и тех же вопросов в различных источниках информации; умений высказывать свою точку зрения, обосновывать ее; писать рефераты, тезисы, и планы докладов и сообщений, конспектировать прочитанное.

Практические занятия развивают навыки решения теоретических и практических задач.

Методы обучения

Словесные: лекция, рассказ (доклад), беседа.

Наглядные: иллюстрации, демонстрации, как экспериментальные в лаборатории, так и компьютерные.

Практические: выполнение лабораторно-практических работ, самостоятельная работа со справочниками и литературой (обычной и электронной), самостоятельные письменные упражнения, самостоятельная работа за компьютером.

Контроль усвоения знаний, навыков и умений осуществляется в устной (лабораторные коллоквиумы) и письменной (тестовые задания) формах.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по учебной дисциплине «Органическая химия» можно использовать следующий диагностический инструментарий:

устный опрос (при получении студентом разрешения к проведению лабораторных работ);

защита лабораторных работ после выполнения экспериментальной части;

критериально-ориентированные тесты по отдельным разделам (темам) дисциплины;

обсуждение реферата;

сдача экзамена по учебной дисциплине.

Текущий контроль успеваемости проводится в форме устного или программированного опроса на лабораторных занятиях с выставлением текущих оценок по десятибалльной шкале.

В качестве формы контроля по учебной дисциплине «Органическая химия» предусмотрены: итоговый контроль - **экзамен**.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Целями самостоятельной работы (СР) студентов являются:

- активизация учебно-познавательной деятельности обучающихся;
- формирование у обучающихся умений и навыков самостоятельного приобретения и обобщения знаний;
- формирование у обучающихся умений и навыков самостоятельного применения знаний на практике;
- саморазвитие и самосовершенствование.

СР выполняется по заданию и при методическом руководстве лица из числа профессорско-преподавательского состава (далее – преподаватель) и контролируется на определенном этапе обучения преподавателем (далее этот тип СР называется управляемой самостоятельной работой обучающихся – УСР).

Целью УСР дополнительно к целям СР является целенаправленное обучение основным навыкам и умениям для выполнения СР.

УСР, как важная составная часть учебного процесса, обеспечивается мотивацией, доступностью и качеством научно-методического и материально-технического обеспечения образовательного процесса, сопровождается системой контроля и способствует усилению практической направленности обучения.

При выполнении УСР должны быть созданы условия, при которых обеспечивалась бы активная роль обучающихся в самостоятельном получении знаний и систематическом применении их на практике.

Принципы планирования и организации СР:

- соответствие объема самостоятельной работы реальному бюджету времени обучающегося, выделяемого на СР и УСР;
- равномерность проведения СР в течение семестра;
- увеличение удельного веса СР от семестра к семестру;
- системность и регулярность проведения контроля СР.

Обязательными условиями эффективной организации СР по учебной дисциплине являются:

- наличие научно-методического обеспечения СР по учебной дисциплине;
- использование рейтинговой системы оценки знаний по учебной дисциплине.

Научно-методическое обеспечение СР по учебной дисциплине включает:

- перечни заданий и контрольных мероприятий УСР по учебной дисциплине;
- учебную, справочную, методическую, иную литературу и ее перечень;
- учебно-методические комплексы, в том числе электронные;
- доступ для каждого обучающегося к библиотечным фондам, электронным средствам обучения, электронным информационным ресурсам (локального доступа, удаленного доступа) по учебной дисциплине;

- фонды оценочных средств: типовые задания, контрольные работы, тесты, алгоритмы выполнения заданий, примеры решения задач, тестовые задания для самопроверки и самоконтроля, тематика рефератов, методические разработки по инновационным формам обучения и диагностики компетенций;

Время, отведенное на СР, используется обучающимися на:

- проработку тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- выполнение типовых расчетов;
- решение задач;
- составление алгоритмов, схем;
- выполнение исследовательских и творческих заданий;
- подготовку сообщений, тематических докладов, рефератов, презентаций;
- выполнение практических заданий;
- конспектирование учебной литературы;
- подготовку отчетов;
- составление обзора научной (научно-технической) литературы по заданной теме;
- выполнение патентно-информационного поиска;
- аналитическую обработку текста (аннотирование, реферирование, рецензирование, составление резюме);
- подготовку докладов;
- подготовку презентаций;
- составление тестов;
- изготовление макетов, лабораторно-учебных пособий;
- составление тематической подборки литературных источников, интернет-источников;

Таким образом, задания УСР по учебной дисциплине рекомендуется делить на три модуля:

- задания, формирующие достаточные знания по изученному учебному материалу на уровне узнавания;
- задания, формирующие компетенции на уровне воспроизведения;
- задания, формирующие компетенции на уровне применения полученных знаний.

Каждый модуль заданий УСР включает в обязательном порядке задачи профессионально-направленного содержания.

Контроль УСР может осуществляться в виде:

- контрольной работы;
- теста;
- коллоквиума;
- обсуждения рефератов;
- обсуждения и защиты учебных заданий;
- экспресс-опросов на аудиторных занятиях;

**ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ,
РЕФЕРАТИВНЫХ РАБОТ**

Лабораторные работы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Перегонка и перекристаллизация как методы очистки органических веществ. 2. Выделение эфирных масел из природного сырья перегонкой с водяным паром 3. Получение галогенпроизводных углеводородов. Реакции дегидратации. Получение циклогексена из циклогексанола 4. Реакции нитрования, сульфирования аренов (на примере толуола) 5. Альдегиды и кетоны. 6. Получение diaзосоединений и их реакции. Получение азокрасителей и индикаторов реакциями азосочетания. 7. Спирты. 8. Карбоновые кислоты. 9. Галогенсодержащие углеводороды. 10. Моно-, ди- и полисахариды. 11. Гетеропроизводные карбоновых кислот. 12. Амины. Аминокислоты и белки. 13. Гетероциклические соединения.
Практические работы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные классы органических веществ 2. Предсказание возможности протекания химических реакций и физико-химических процессов. 3. Генетическая связь между классами органических веществ. 4. Расчетные задачи с участием органических молекул.
Примерный перечень рефератов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Бензол и его гомологи: химические свойства. 2. Строение ароматических углеводородов. 3. Карбонильные соединения: особенности электронного строения. 4. Принципы классификации органических молекул. 5. Механизм реакции электрофильного замещения. 6. Дикарбоновые кислоты. 7. Углеводы: особенности строения и химические свойства. 8. Амины алифатического ряда: особенности строения и химические свойства. 9. Гетероциклические соединения: особенности строения пяти и шестичленных циклов. 10. Биологическое значение различных классов органических веществ.