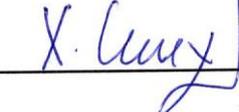


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
органической химии
(Х.С. Шихалиев)


31.08.2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.14 Химия гетероциклических соединений

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**
04.03.01 Химия
- 2. Профиль подготовки/специализация:** органическая и полимерная химия
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра органической химии
- 6. Составители программы:** Потапов Андрей Юрьевич, доктор химических наук
- 7. Рекомендована:** научно-методическим советом химического факультета, протокол № 5 от 24.05.2018
- 8. Учебный год:** 2018-2019 **Семестр(ы):** 8

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель курса химии гетероциклических соединений – на основе современных теоретических представлений о химии гетероциклических соединений сформировать у студентов научную базу для освоения последующих общих и специальных профессиональных дисциплин, а также целостное естественнонаучное мировоззрение. Задачи состоят в том, чтобы студенты овладели навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования гетероциклических соединений; усвоили базовые возможности использования современной аппаратуры при проведении научных исследований в области гетероциклической химии.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Б1, вариативная часть

Для изучения курса химии гетероциклических соединений необходимы знания и умения, полученные при прохождении курсов органической, общей и неорганической химии, физики. Материал курса служит естественнонаучной основой формирования знаний и умений профильных (органической, биоорганической, аналитической химии и др.) дисциплин, а также для практической деятельности химика.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-2	Способность воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	знать: фундаментальные разделы химии, касающиеся строения, номенклатуры, спектральных свойств, кислотно-основных свойств гетероароматических соединений; основные подходы синтеза, основные физические и химические свойства гетероциклических соединений уметь: квалифицированно давать оценку реакционной способности гетероциклических соединений, исходя из их строения владеть: навыками использования химического и физико-математического аппарата, необходимого для профессиональной деятельности; соотнесения свойств органического соединения с его структурой; рациональной схемы при выборе алгоритма методов синтеза и идентификации органических соединений
ПК-1	способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	знать: стандартные методы синтеза гетероциклических соединений уметь: проводить по заданной методике синтез гетероциклических веществ владеть: техникой воспроизведения стандартных методик синтеза и анализа гетероциклических соединений
ПК-2	владение теорией и навыками практической	знать: классификацию гетероциклических соединений; методы

	работы в избранной области химии	<p>синтеза гетероциклических соединений, особенности их строения и реакционные способности различных классов гетероциклических систем</p> <p>уметь:</p> <p>планировать синтез гетероциклических соединений; - на основании особенностей строения и реакционной способности различных классов гетероциклических систем устанавливать возможные направления и результат реакций; - анализировать научную литературу с целью выбора направления исследования по предлагаемой научным руководителем теме литературы и самостоятельно составлять план исследования</p> <p>владеть:</p> <p>теорией и навыками практической работы в области химии гетероциклов; - навыками анализа полученных результатов, делать необходимые выводы и формулировать предложения и теории</p>
--	----------------------------------	---

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 2/72.

Форма промежуточной аттестации – дифференцированный зачет.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ семестра	№ семестра	...
Аудиторные занятия	60	8		
в том числе:				
лекции	24	8		
практические		8		
лабораторные	36			
Самостоятельная работа	12	8		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час.)	дифференцированный зачет			
Итого:	72	8		

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Номенклатура гетероциклических соединений	Общие правила названия гетероциклических соединений. Трех-, четырех-, пяти-, шести-, семичленные гетероциклы. Тривиальные названия. Последовательность названия гетероатомов для полигетероатомных соединений. Нумерация атомов в цикле. Название гидрированных производных основных гетероциклических систем. Основные правила номенклатуры полициклических соединений. Номенклатура линейно связанных гетероциклов. Название конденсированных гетероциклических систем. Правила названия спиросочлененных гетероциклических соединений. Выбор характеристической группы для производных гетероциклических соединений.
1.2	Общие подходы к синтезу гетероциклических соединений	Понятия «электрофил» и «нуклеофил». Систематизация подходов к синтезу гетероциклических соединений. Реакции циклизации и циклоприсоединения. Реакции алкилирования,

		ацилирования, присоединения, элиминирования в синтезе гетероциклов. Примеры синтезов. [2+2],[3+2],[4+2] – циклоприсоединение. Примеры синтезов.
1.3-1.4	Методы синтеза и свойства моноциклических гетероциклов	Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Кислотные свойства пиррола и их использование в синтезе. Реакции гидрирования и окисления. Пиррольный цикл как структурная единица природных соединений. Индол и его производные. Основные химические свойства и производные. Пятичленные гетероциклы с несколькими гетероатомами Шестичленные гетероциклы. Пиридин и его гомологи, изомерия и номенклатура. Хинолин и его простейшие производные. Методы синтеза. Сходства и различия химических свойств хинолина и пиридина. Изохинолин. Шестичленные азотистые гетероциклы с двумя гетероатомами. Пиримидин. Способы построения. Сходство и различия химических свойств пиридина и пиримидина. Урацил, тимин, цитозин, пурин, аденин, гуанин
1.5-1,6	Методы синтеза и свойства линейно связанных гетероциклических систем	Примеры линейно связанных гетероциклических систем, содержащих пяти- и шестичленные циклы. Азотсодержащие линейно связанные гетероциклические системы: пиразолилпиримидины, пиразолилтриазолы, триазолилпиримидины, пиридинилпиримидины и т.д. Примеры синтезов, взаимное влияние гетероциклических фрагментов на свойства друг друга. Кислород- и серусодержащие линейно связанные гетероциклы.
1.7-1.9	Методы синтеза и свойства конденсированных гетероциклических соединений	Примеры конденсированных гетероциклических систем, содержащих пяти- и шестичленные циклы. Азотсодержащие конденсированные гетероциклические системы: пирролопиразолы, пиразолотриазолы, триазолопиримидины, пиридинопиримидины и т.д. Примеры синтезов, взаимное влияние гетероциклических фрагментов на свойства друг друга. Кислород- и серусодержащие конденсированные гетероциклы.
1.10	Методы синтеза и свойства спиросочлененных гетероциклических соединений	Примеры спиросочлененных гетероциклических систем, содержащих пяти- и шестичленные циклы. Азотсодержащие спиросочлененные гетероциклические системы. Стереохимия спироциклов. Примеры синтезов.
1.11	Мезоионные гетероциклические соединения.	Оксадиазолийлаты-5 (сидноны). Способы получения сиднонов. Химические свойства
2. Лабораторные занятия		
2.1	Химия гетероциклических соединений, ее задачи, методология, значение для биологии	Правила работ в лаборатории по спецкурсу химии гетероциклических соединений, лабораторное оборудование. Техника безопасности работы в химической лаборатории.
2.2	Синтез гетероциклических соединений и их свойства	Лабораторная работа №1: синтез фурфурола химические свойства фурфурола: а) образование фурфурола; б) взаимодействие фурфурола с фенилгид-разином растворенной в уксусной кислоте; в) взаимодействие фурфурола с анилином в уксусной кислоте; г) взаимодействие фурфурола с аммиачным раствором оксида серебра
2.3	Синтез гетероциклических соединений и их свойства	Лабораторная работа №2: синтез 2- метилбензимидазола конденсацией о- фенилендиамина с карбоновыми кислотами или их производными. Определить возможные промежуточные продукты реакции. Описать физические характеристики 2-метилбензимидазола. По результатам синтеза сделать соответствующие выводы.
2.4	Синтез гетероциклических соединений и их свойства	Лабораторная работа №3: получение пиррола из слизевой кислоты и водного раствора аммиака. Написать реакцию и возможный механизм основной реакции. Определить возможные промежуточные продукты реакции. Описать физические характеристики пиррола.

2.5	Синтез гетероциклических соединений и их свойства	Лабораторная работа №4: Изучение химических свойств пиридина и хинолина: а) растворимость пиридина и хинолина в воде; б) основные свойства пиридина и хинолина; в) образование пикрата пиридина и хинолина; г) образование комплексных солей пиридина; д) осаждение гидроксида железа (III) раствором пиридина; е) отношение пиридина и хинолина к действию окислителей. Объяснить образование комплексных солей пиридина. Объяснить образование различных продуктов окисления пиридина и хинолина.
2.6	Синтез гетероциклических соединений и их свойства	Лабораторная работа №5: синтез диэтилового эфира 2,6-диметил-4-фенилпиридин-2,6-дикарбоновой кислоты (реакция Ганча). а) конденсация ацетоуксусного эфира с бензальдегидом и аммиаком. б) окисление полученного дигидропиридина азотной кислотой. По результатам синтеза сделать соответствующие выводы.
2.7	Синтез гетероциклических соединений и их свойства	Лабораторная работа №6: Синтез 2-метилхинолинкарбоновой-4 кислоты из изатина и ацетона (реакция Пфизингера). Описать физические характеристики 2-метилбензимидазола. По результатам синтеза сделать соответствующие выводы.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Основные понятия и законы химической кинетики..	2	4		14	20
2	теоретические основы кинетики гомогенных реакций.	2	4		16	22
3	Кинетика сложных химических реакций	4	4		10	18
4	Кинетика гетерогенных реакций	6	2		14	22
5	Катализ и индукция в химических реакциях.	4	2		18	24
	Итого:	18	18		72	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

Организация изучения дисциплины предполагает:

- изучение основных и дополнительных литературных источников;
- решение задач;
- выполнение тестов.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Травень В.Ф. Органическая химия / В.Ф. Травень. – М. : Бином, 2013. - т.1 . - 368 с.; т.2 – 520 с., т.3 – 393 с.
2	Носова Э. Ф. Химия гетероциклических биологически активных веществ : учебное пособие / Э.Ф. Носова. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 204 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275817&sr=1

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Гетероциклические соединения : учебно-методическое пособие для вузов / Воронеж. гос. ун-т; [сост.: Х.С. Шихалиев, М.Ю. Крысин, Н.В. Столповская] .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2009 .— 70 с.
2	Современные методы синтеза гетероциклических соединений : учебно-методическое пособие для вузов / Воронеж. гос. ун-т ; [сост.: Х.С. Шихалиев и др.] .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2009 .— 21 с.
3	Джоуль Дж. Химия гетероциклических соединений / Дж. Джоуль, К. Миллс. - М. : Мир, 2004. - 728 с.
4	Джоуль Дж. Основы химии гетероциклических соединений / Дж. Джоуль, Г. Смит. - М. : Мир, 1975. - 398 с.
5	Физико-химические методы в химии гетероциклических соединений / под редакцией А.Р. Катрицкого. – М. : Химия, 1966. – 657 с.
6	Гетероциклические системы на основе производных гуанидина и его структурных аналогов / Д.В. Крыльский [и др.] – Воронеж : ВГУ, 2006. – 200 с.
7	Солдатенков А.Т. Основы органической химии лекарственных средств / А.Т. Солдатенков, Н.М. Колядина, Н.В. Шендрик. – М. : Химия, 2001. – 192 с.
8	Васильева Н.В. Номенклатура IUPAC органических соединений / Н.В. Васильева. – М. : Высшая школа, 1975. – 116 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1	Научная электронная библиотека. — < http://www.elibrary.ru >
2	Электронная библиотека Воронежского государственного университета. — < http://www.lib.vsu.ru >
3	Официальное электронное издание Химического факультета МГУ в Интернет. — < http://www.chemnet.ru >
4	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам". — < http://window.edu.ru >
5	Информационная система . — < http://biblioclub.ru >

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Гетероциклические соединения : учеб.-метод. пособие для вузов / Х.С. Шихалиев, М.Ю. Крысин, Н.В. Столповская. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2009. – 70 с.
2	Крыльский Д.В. Лекарственные вещества с гетероциклической структурой : учеб. пособие по фарм. химии. / Д.В. Крыльский, А.И. Сливкин. – В. : ВГУ, 2007. – 231 с.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Мультимедийный проектор, ноутбук, экран. Лаборатории, оснащенные химическими лабораторными столами и вытяжными шкафами, наборы химической посуды, реактивы, нагревательные приборы.

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПК -1 способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	Знать: стандартные методы синтеза гетероциклических соединений. основные классы гетероциклов, их строение, способы получения, физические и химические свойства, биологическую роль	1.1-1.4, 2.1	Устный опрос Задания текущей аттестации
	Уметь: проводить по заданной методике синтез гетероциклических веществ, обобщать и описывать проведенные эксперименты.	1.1-1.10, 2.2-2.7	Отчет по лабораторным работам №1-3
	Владеть: техникой воспроизведения стандартных методик синтеза и анализа гетероциклических соединений, иметь навыки работы в химической лаборатории	2.2-2.7	Контрольная работа №1
ПК -2 владение теорией и навыками практической работы в избранной области химии	знать: классификацию гетероциклических соединений; методы синтеза гетероциклических соединений, особенности их строения и реакционные способности различных классов гетероциклических систем	1.1-1.11	Устный опрос
	уметь: планировать синтез гетероциклических соединений; - на основании особенностей строения и реакционной способности различных классов гетероциклических систем устанавливать возможные направления и результат реакций; - анализировать научную литературу с целью выбора направления исследования по предлагаемой научным руководителем теме литературу и самостоятельно составлять план исследования	1.3-1.10, 2.2-2.7	Контрольная работа №2
	владеть: теорией и навыками практической работы в области химии гетероциклов; - навыками анализа полученных результатов, делать необходимые выводы и формулировать предложения и теории	1.1, 1.2, 2.3-2.7	Отчет по лабораторным работам №3-6
Промежуточная аттестация			КИМ

* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом химии гетероциклических соединений, в том числе знание основных классов гетероциклов, их строения, способов получения, физических и химических свойств, биологической роли;
- 2) умение связывать теорию с практикой на основе экспериментальных результатов, полученных при выполнении лабораторных работ;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, уравнениями реакций, экспериментальными данными;
- 4) умение определять реакционные центры в органических молекулах, прогнозировать направление реакций гетероциклизации и их возможный механизм;
- 5) владение основными методами определения строения и очистки гетероциклических соединений, навыками работы в химической лаборатории.

Для оценивания результатов обучения на дифференцированном зачете используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Продемонстрировано знание основных классов гетероциклических соединений, их строения, способов получения, физических и химических свойств, умение определить реакционные центры в молекуле, объяснить механизм основных реакций, владение техникой лабораторных работ в химической лаборатории. Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом химии гетероциклических соединений, способен иллюстрировать ответ примерами, уравнениями реакций, экспериментальными данными.	Повышенный уровень	Отлично
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (двум) из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно продемонстрировано знание основных классов гетероциклических соединений, их строения, способов получения, физических и химических свойств.	Базовый уровень	Хорошо
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум (трем) из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичные знания основных классов гетероциклических соединений, их строения, способов получения, физических и химических свойств, не умеет определить реакционные центры в молекуле, объяснить механизм основных реакций, или имеет не полное представление о лабораторных работах в химии гетероциклов, допускает существенные ошибки при написании уравнений химических реакции.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем(четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания основных классов гетероциклических соединений, их строения, способов получения, физических и химических свойств, допускает грубые ошибки при написании формул гетероциклических соединений и уравнений химических реакций.	–	Неудовлетворительно

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к зачету:

1. Нумерация атомов в цикле. Обозначение названий гетероатомов и порядок их перечисления в систематическом названии соединения. Систематическая номенклатура моноциклических ароматических и неароматических гетероциклических соединений и соответствующих

одновалентных радикалов. Тривиальные названия важнейших пяти- и шестичленных гетероциклических систем.

2. Систематическая номенклатура полициклических ароматических гетероциклических соединений; тривиальные названия важнейших представителей конденсированных (бензаннылированных) гетероциклов.

3. Предельные, непредельные и ароматические гетероциклические соединения. Моно- и полициклические гетероароматические соединения; ансамбли и конденсированные (прежде всего бензаннылированные) гетероциклические системы.

4. Классификация ароматических гетероциклических соединений по размерам цикла и по числу гетероатомов в нем. Различные типы гетероатомов: гетероатомы пиррольного, пиридинового и бореинового типов; условность этой классификации.

5. Сходство и различие ароматических карбо- и гетероциклических соединений. Структурные, магнитные, энергетические и химические критерии ароматичности; относительность понятия ароматичности (параметры, используемые для оценки ароматичности систем, бензол как стандартное соединение для оценки степени ароматичности других, в том числе гетероциклических соединений).

6. Концепция π -избыточности и π -дефицитности в химии гетероциклических соединений. Критерии электронодонорности и электроноакцепторности гетероциклических систем.

7. Типы химических реакций, приводящих к формированию гетероциклических соединений (реакции гетероциклизации): реакции циклоприсоединения, электроциклические реакции.

8. Классификация реакций циклоприсоединения: $[2+1]$ -, $[3+2]$ - и $[4+2]$ -циклоприсоединение; особенности циклоприсоединения.

9. Типичные комбинации реагентов и наиболее распространенные механизмы циклообразования гетероциклических соединений.

10. Общая характеристика пятичленных гетероциклических соединений с одним гетероатомом: электронное строение, ароматичность, дипольные моменты и др.

11. Основные направления реакционной способности пятичленных гетероциклических соединений с одним гетероатомом. Фуран. Пиррол. Тиофен и их производные. Строение молекулы: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения. Физические свойства и спектральные характеристики.

12. Химические свойства пятичленных гетероциклических соединений с одним гетероатомом: реакции с электрофильными, нуклеофильными и радикальными реагентами, реакции с карбенами, нитренами, окислителями и восстановителями, взаимодействие с диенофилами, ацидофобность.

13. Бензаннылированные производные пиррола (индол, карбазол), бензаннылированные производные тиофена (тионафтен, дибензотиофен), бензофуран и его производные: строение молекул, получение, основные направления реакционной способности, сравнение химической активности с неаннелированной системой.

14. Окси- и аминоксиды, их таутомерия и химические свойства. Исоиндолы, индолизины. Важнейшие производные индола: пролин, оксипролин, триптофан, серотонин, скатол, 3-индолилуксусная кислота, индоксил и индиго. Инден-кумароновые смолы.

6. Природные соединения пиррольного типа (порфин и порфирины): гем и гемин как составные части хромопротеида гемоглобина, хлорофилл, витамин В12. Фталоцианиновые красители, их строение и практическое использование. Производные тропана (кокаин, атропин).

15. Общая характеристика пятичленных гетероциклических соединений с двумя гетероатомами: геометрия циклов (длины связей и валентные углы), электронное строение, взаимное влияние гетероатомов в молекулах, ароматичность, дипольные моменты.

16. Основные направления реакционной способности азолов. 1,2-Азолы (пиразол, изотиазол, изоксазол). Строение молекул: геометрия и молекулярные диаграммы. Основные способы получения гетероциклов. Сравнительная характеристика физических и физико-химических констант 1,2-азолов, спектральные данные. Химические свойства 1,2-азолов.

17. Бензаннылированные производные 1,2-азолов (индоксазен, антранил, бензопиразол, бензизотиазол): строение молекул, получение, основные направления реакционной способности, сравнение химической активности с неаннелированными системами.

18. 1,3-Азолы (имидазол, тиазол, оксазол). Строение молекул: геометрия и молекулярные диаграммы. Основные способы получения гетероциклов. Сравнительная характеристика физических и физико-химических констант 1,3-азолов, спектральные данные. Химические

- свойства 1,3-азолов. Особенности химического поведения 1,3-азолов и аминопроизводных 1,3-азолов.
19. Бензаннелированные производные 1,3-азолов (бензоксазол, бензотиазол, бензимидазол): строение молекул, получение, основные направления реакционной способности, сравнение химической активности с неаннелированными системами.
20. Сравнительная характеристика 1,2- и 1,3-азолов в реакциях с электрофильными и нуклеофильными реагентами.
21. Общая характеристика пятичленных ароматических гетероциклических соединений с тремя гетероатомами в ядре. 1,2,3-Триазолы. Прототропная изомерия. Строение молекул 1Н- и 2Н-изомеров: геометрия и молекулярные диаграммы. Способы получения 1,2,3-триазолов и их производных. Химические свойства.
22. Строение молекул 1Н- и 4Н-изомеров пятичленных ароматических гетероциклических соединений с тремя гетероатомами: геометрия и молекулярные диаграммы. Способы получения 1,2,4-триазолов и их производных. Химические свойства.
23. 1,2,4-Оксадиазолы. Строение молекулы 1,2,4-оксадиазола: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения 1,2,4-оксадиазола и его производных. Химические свойства. Таутомерия гидрокси- и аминопроизводных.
24. 1,3,4-Оксадиазолы. Строение молекулы 1,3,4-оксадиазола: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения 1,3,4-оксадиазола и его производных. Химические свойства.
25. 1,2,5-Оксадиазолы (фуразаны). Строение молекулы 1,2,5-оксадиазола: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения 1,2,5-оксадиазола и его производных. Химические свойства. N-Оксиды 1,2,5-оксадиазолов и их бензаннелированные производные (фуроксаны и бензофуроксаны). Способы получения фуроксанов и бензофуроксанов. Химические свойства.
26. 1,2,3-, 1,2,4-, 1,2,5-Тиадиазолы. Строение молекул, геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения и химические свойства.
27. Тетразолы. Типы таутомерных превращений: прототропная перегруппировка, кето-енольная таутомерия, имино-енаминная таутомерия, тион-тиольная таутомерия, азидо-азаметино-тетразольная таутомерия.
28. Строение молекул 1Н- и 2Н-тетразолов: геометрия и молекулярные диаграммы. Способы получения 1Н- и 2Н-тетразолов и их производных. Химические свойства.
29. Электронное строение молекул и классификация мезоионных соединений: соединения типа А и соединения типа Б. Номенклатура: систематические и тривиальные названия.
30. 1,3-Оксазолийолаты-5 (мюнхноны). Строение молекулы 1,3-оксазолийолата-5: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения мюнхнонов. Химические свойства.
31. 1,2,3-Оксазидолийолаты-5 (сидноны). Способы получения сиднонов. Химические свойства.
32. Пиридин и его неаннелированные производные. Строение пиридина: геометрия молекулы и молекулярная диаграмма. Пиридиновый атом азота и его роль в ароматической системе молекулы. Общие сведения о пиридине, его физико-химические константы; сравнение с бензолом, нитробензолом и пирролом. Способы получения пиридина и его неаннелированных производных в промышленности и в лабораторной практике.
33. Химические свойства пиридина и его неаннелированных производных. Четвертичные пиридиновые соли; их строение, получение и краткая химическая характеристика. N-Оксид пиридина. Способы получения. Химические свойства. Пиперидин. Строение молекулы, получение и краткая химическая характеристика.
34. Бензаннелированные производные пиридина (хинолин, изохинолин, акридин). Алкил-, окси-, аминохинолины и хинолиновые соли. Изохинолин и его производные. Строение молекулы изохинолина. Химические свойства.
35. Природные и физиологически активные производные пиридина (витамин В6, витамин РР, никотин, лобелин), хинолина (хинин, цинхонин, антибиотики на основе 6-фтор-4-хинолон-3-карбоновой кислоты) и изохинолина (морфин, кодеин, героин, папаверин, тубокурарин). Практическое применение пиридина, хинолина и их производных 2Н- и 4Н-Пираны. Строение молекул и краткая химическая характеристика.
36. 2Н- и 4Н-Пироны и их бензаннелированные производные (кумарины, хромоны, ксантоны). 2Н-Пирон (\square -пирон). Строение молекулы: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения. Физические свойства. Химические свойства.
37. Кумарин и его производные. Строение молекулы кумарина: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения кумарина и его производных. Химические свойства.

38. 4Н-Пирон (\square -пирон). Строение молекулы. Способы получения. Химические свойства. Хромон, его производные, строение, получение и химические свойства. Ксантон и его производные. Строение молекулы ксантона: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения ксантона. Практическое применение производных ксантона (получение красителей: флуоресцеина, эозина, родаминов).

39. Пирилеиновые соли. Строение катиона пирилея: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения пирилеиновых солей. Физические свойства. Стабильность пирилеиновых солей (боковые заместители и природа аниона). Химические свойства. Алкил- и оксипирилеиновые соли. Бензаннелированные пирилеиновые соли (соли 1-, 2-бензопирилея и ксантилея). Соли 1-бензопирилея (хромилея). Строение катиона 1-бензопирилея. Природные 1-бензопирилеиновые соли (антоцианидины: пеларгонидин, цианидин, дельфинидин), флавоны (витамин Р), хроманы (витамин Е, катехины).

40. Соли 2-бензопирилея. Строение катиона 2-бензопирилея: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения 2-бензопирилеиновых солей. Краткая характеристика физических и химических свойств. Соли ксантилея. Строение катиона ксантилея: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения ксантилеиновых солей. Краткая характеристика физических и химических свойств.

41. Триазины. 1,3,5-Триазин (симм-триазин). Строение молекулы 1,3,5-триазина: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения 1,3,5-триазина и его производных. Краткая характеристика физических и химических свойств.

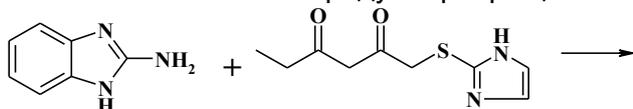
42. Тетразины. 1,2,4,5-Тетразины (симм-тетразины). Строение молекулы 1,2,4,5-тетразина: геометрия и молекулярная диаграмма. Способы получения 1,2,4,5-тетразина и его производных. Краткая характеристика физических и химических свойств.

19.3.2 Перечень практических заданий

19.3.3 Примеры тестовых заданий к текущей аттестации

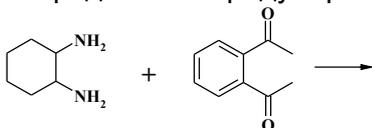
Вариант №1

- Пиррол протонируется по атому С-2 быстрее, чем по атому азота, так как:
 - атом углерода С-2 обладает более выраженными основными свойствами, чем атом азота;
 - резонансный гибрид пиррола показывает, что частично положительный заряд находится на атоме азота;
 - атом С-2 пространственно более доступен, чем атом азота.
- Расположите следующие NH-кислоты в порядке увеличения их кислотных свойств:
 - анилин;
 - пиррол;
 - имидазол;
 - бензимидазол;
 - пиразол;
 - карбазол;
 - пурин.
- Какие из перечисленных соединений способны образовывать N-оксиды при взаимодействии с пероксидом водорода:
 - пиррол;
 - N,N-диметилциклогексилламин;
 - пиридин;
 - хинолин;
 - индол?
- Назовите конечный продукт превращений:



Вариант №2

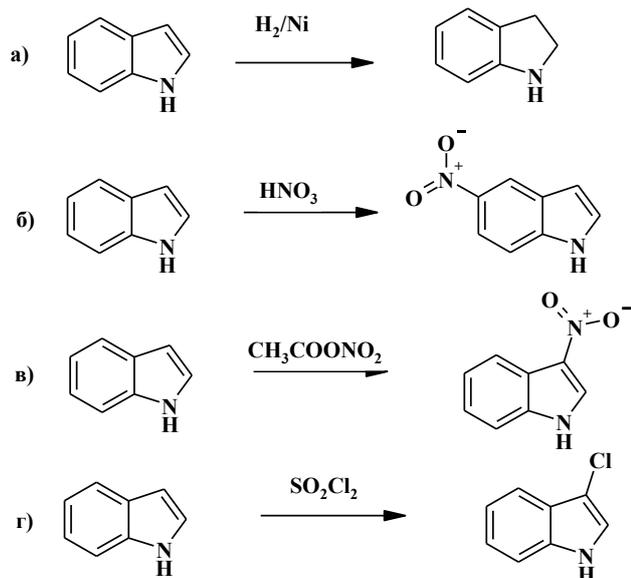
- Выберите ряд, в котором способность гетероциклов к реакциям электрофильного замещения монотонно увеличивается:
 - пиридин > пиррол > индол > хинолин
 - пиридин > хинолин > пиррол > индол
 - индол > пиррол > хинолин > пиридин
- Предложите продукт реакции:



- Почему пиррол ($pK_a \approx 17$) менее кислый, чем циклопентадиен ($pK_a \approx 15$), хотя атом азота более электроотрицателен, чем атом углерода:
 - атом азота в пирроле находится в sp^2 -гибридном состоянии;
 - анализ резонансных структур пиррола в статическом состоянии указывает на наличие частичного положительного заряда на

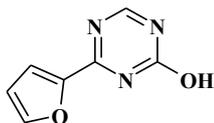
атоме азота; с) сопряженное основание пиррола устойчивее сопряженного основания цикlopentадиена?

4. Какое из приведенных ниже уравнений реакций индола написано неверно?

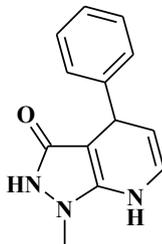


19.3.4 Перечень заданий для контрольных работ
Примеры заданий контрольной работы №1
Вариант №1

1. Назвать соединение



2. Назвать соединение

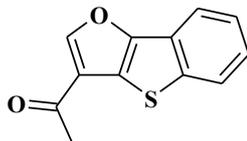


3. Установить структуру соединения:

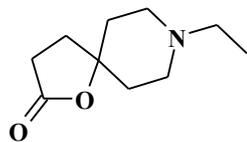
N-(4,5-дигидро-1H-имидазол-2-ил)-4,6-диметилпиримидин

Вариант №2

1. Назвать соединение



2. Назвать соединение



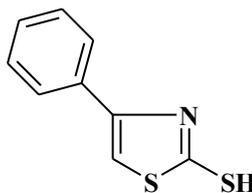
3. Установить структуру соединения:

6.7.8.9-трагидропиридо[4.3-g]хиназолин

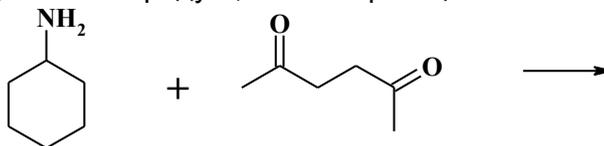
Примеры заданий контрольной работы №2

Вариант №1

1. Получить и назвать соединение, описать реакцию



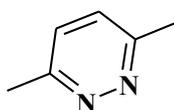
2. Составить уравнение, назвать продукт, описать реакции



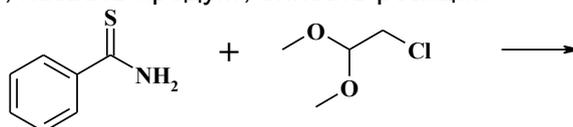
3. Получить двумя способами пиридин.

Вариант №2

1. Получить и назвать соединение, описать реакцию



2. Составить уравнение, назвать продукт, описать реакции



3. Получить фурфурол двумя способами.

19.3.5 Темы курсовых работ

19.3.6 Темы рефератов

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме устного опроса, решения задач, тестирования. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.