

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце: Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФИО: Смирнов Сергей Николаевич

Должность: врио ректора

Дата подписания: 05.09.2022 08:28:52

Уникальный программный ключ:

69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

ФГБОУ ВО «Тверской Государственный университет»



Утверждаю:

Заведующий ООП

Ворончихина Л.И.

28 апреля 2021г.

Рабочая программа дисциплины  
«Гетероциклические соединения»

Направление подготовки

04.04.01 Химия

Направленность (профиль)

Органическая химия

Для студентов 1,2 года очной формы обучения

Составитель: к.б.н., доцент Левина А.С.

Тверь, 2021 г.

## **I Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

Целями освоения дисциплины является: формирование, систематизация и углубление знаний в области химии гетероциклических соединений.

**Основные задачи курса** заключаются в освоении базовых положений и понятий химии гетероциклов, закреплении навыков поиска, анализа и обобщения научных данных и формировании представлений о направлениях развития современной химии гетероциклических соединений, играющих значительную роль в развитии народного хозяйства.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина входит в Элективные дисциплины 5 обязательной части Блока 1. «Дисциплины» учебного плана.

Дисциплина «Гетероциклические соединения» предполагает углубленное изучение основных положений и понятий теории химического строения и свойств гетероциклов магистрантами 1-2 года обучения, которые уже получили необходимую подготовку при прохождении базового курса «Органическая химия» на 2-3 курсах бакалавриата. Чтение данного курса предусмотрено для формирования у студентов умения свободно владеть вопросами, связанными с изучением структуры гетероциклических соединений, связи между строением и реакционной способностью и механизмами реакций. Знания, полученные по данной дисциплине, являются базовыми для усвоения курса «Актуальные вопросы современной органической химии», «Химия природных соединений». Курс «Гетероциклические соединения» включает проведение практических занятий, на которых с помощью решения большого количества упражнений и задач, семинаров и коллоквиумов, у студентов развиваются навыки к применению усвоенного ими теоретического и фактического материала, что вместе с тем способствует развитию интенсивной самостоятельной работы.

**3. Объем дисциплины 7 зачетных единиц, 252 академических часа,**

**в том числе:**

**контактная аудиторная работа:** практические занятия - **45** часов, в т. ч.

практическая подготовка – **45** часов;

**самостоятельная работа:** 171, контроль – **36** часов.

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

<b>Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине</b>
<b>ОПК-1</b> Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	<b>ОПК-1.1</b> Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук. <b>ОПК-1.2</b> Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук.
<b>ОПК-2</b> Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	<b>ОПК-2.1</b> Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретирует их; <b>ОПК-2.2</b> Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук.

## 5. Формы промежуточной аттестации и семестр проведения:

зачет во 2-м семестре,  
экзамен в 3-м семестре.

6. Язык преподавания русский.

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

### 1. Для студентов очной формы обучения

Наименование разделов и тем	Всего (часов)	Аудиторные занятия (час.)			Самостоятельная работа
		Лекции	Практические работы	Контроль (час.)	
<b>Тема 1. Классификация гетероциклов.</b> Гетероциклы с атомами азота, кислорода, серы. Номенклатура. Строение гетероциклов. Ароматические гетероциклы, природа их ароматичности. Конденсированные гетероциклы. Роль гетероциклов в природе и различных областях производства.	16		4	1	11
<b>Тема 2. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом.</b> Важнейшие методы синтеза, реакция Юрьева. Зависимость свойств от природы гетероатома. Ориентация реакций замещения в пятичленных гетероциклах и ее объяснение. Получение и свойства пирролкалия и пирролмагнийгалогенидов, сопоставление их свойств со свойствами фенолятов. Понятие о строении и биохимической роли хлорофилла, гемоглобина. Фурфурол, его	33		9	4	20

<p>получение и использование в синтезе.</p> <p><b>Индол и его производные.</b> Синтез реакцией Фишера, химические свойства. Реакции электрофильного замещения в ядре индола (сравнение с поведением пиррола). Оксопроизводные индола. Лактим-лактаманная таутомерия. Роль соединений индола в природе. Индиго, его синтез.</p>					
<p><b>Тема 3. Шестичленные кислородные гетероциклы.</b> Группа пирана. Пиран. Изомерия. Строение. Аномерный эффект. Катион пироксония. Производство <math>\alpha</math>-пирона. Кумалиновая кислота. <math>\gamma</math>-пирон. Производные <math>\gamma</math>-пирона и пироксониевые соединения. Хелидоновая кислота. Хромоны и флавоны. Строение. Синтез флавонов. Антоцианидины. Ксантоны. Растительные инсектициды. Пиранозные формы моносахаридов. Понятие о красящих веществах растений.</p>	32		6	6	20
<p><b>Тема 4. Шестичленные азотистые гетероциклы с одним гетероатомом.</b> Пиридин. Синтез простейших производных пиридина, их нахождение в природе. Распределение электронной плотности в ядре пиридина, свойства атома азота. Реакции электрофильного замещения в ядре пиридина. Расщепление пиридинового кольца. Реакция Чичибабина, нуклеофильный механизм реакции. Таутомерия <math>\alpha</math>- и <math>\gamma</math>-окиси и аминопиридинов. Протонная</p>	34		8	6	20

<p>подвижность водорода в метильных группах <math>\alpha</math>- и <math>\gamma</math>-пиколинов. Реакции рециклизации пиридиновых оснований (Кост).  <b>Хинолин.</b> Синтезы по Скраупу и Дебнеру-Миллеру. Свойства атома азота, отношение к окислению и восстановлению, нитрование и сульфирование. 8-Оксихинолин, синтез и использование в аналитической химии.  Нуклеофильные реакции хинолина.  Реакции конденсации <math>\alpha</math>-метилхинолина.  Контрольная работа.</p>					
<p><b>Тема 5. Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами.</b>  Группа азолов. Классификация, номенклатура, изомерия.  А. Пиразол и его производные. Способы получения. Электронное строение. Стабильность цикла. Способность к таутомерии. Основность. Реакции электрофильного замещения. Ориентация. Реакции восстановления. Пиразон. Представления о лекарственных препаратах (антипирин, пирамидон, анальгин).  Б. Имидазол и его производные. Строение молекулы. Способы получения. Реакции электрофильного замещения. Биологическое значение производных имидазола. Гистидин, гистамин, дибазол. Системные фунгициды. Биномил.  В. Тиазол и его производные. Строение молекулы. Способы получения. Химические свойства. Сходство с пиридином.  Лекарственные препараты (норсульфазол, сульфазол,</p>	36		5	6	25

фталазол, промизол, пенициллины). Бензтиазолы. Кантакс, альтакс – ускорители вулканизации. Тиоцианиновые красители – сенсibiliзаторы.					
<b>Тема 6. Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами.</b> Группа азинов. Классификация, номенклатура, изомерия. А. Пиразин. Пиперазин. Дикетопиперазин. Бензопиразин. Антразин. Индантрен. Феназин, феноксазин, фентиазин – хромофоры. Метиленовый голубой. Б. Пиримидин. Электронное строение молекулы. Ориентация нуклеофильных и электрофильных реагентов. Получение пиримидина. Производные пиримидина: урацил, тимин, цитозин. Таутомерия. Витамины: В <sub>1</sub> (тиамин), В <sub>2</sub> (рибофлавин), кокарбоксилаза. Барбитуровая кислота и барбитураты. В. Фенотиазин. Аминазин. Диазепины. Элениум. Диазепам. Г. Группа триазина. Гербициды. Симазин. Пропазин, атразин.	36		5	6	25
<b>Тема 7. Бициклические гетероциклы.</b> А. Пурин и его производные. Строение молекулы. Ароматичность. Таутомерия. Оксипроизводные пурина: мочева кислота, ксантин, гипоксантин, кофеин, теобромин. Аминопурины. Аденин, гуанин – компоненты нуклеиновых кислот. Б. Нуклеиновые кислоты. Нуклеиновые основания. Нуклеозиды. Нуклеотиды. Строение полинуклеотидной цепи. Нуклеотидный состав ДНК и РНК. Нуклеопротеиды. Коферменты.	33		4	4	25

Г. Группа птиридина. Птирины. Фолиевая кислота.					
<b>Тема 8. Алкалоиды. Антибиотики.</b> Гетероциклические алкалоиды (гигрин, пилокарпин, стрихнин, бруцин, конииин, лобелин, никотин, анабазин). Алкалоиды, содержащие конденсированные пирролидино- вые и пиперидиновые кольца (атропин, кокаин). Производные хинолина и изохинолина (хинин, папаверин, морфин, кодеин). Гетероциклические антибиотики. Стрептомицин, новобиоцин, пенициллины.	32		4	3	25
<b>Всего:</b>	<b>252</b>		<b>45</b>	<b>36</b>	<b>171</b>

### III. Образовательные технологии

Учебная программа – наименование разделов и тем <i>(в строгом соответствии с разделом II РПД)</i>	Вид занятия	Образовательные технологии
<b>Тема 1. Классификация гетероциклов.</b>	Практические работы	Технология проблемного обучения Групповая работа
<b>Тема 2. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом.</b>	Практические работы	Технология проблемного обучения Групповая работа
<b>Тема 3. Шестичленные кислородные гетероциклы.</b>	Практические работы	Технология проблемного обучения Групповая работа



<b>Тема 4. Шестичленные азотистые гетероциклы с одним гетероатомом.</b>	Практические работы	Технология проблемного обучения Групповая работа
<b>Тема 5. Пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами.</b>	Практические работы	Технология проблемного обучения Групповая работа
<b>Тема 6. Шестичленные гетероциклы с двумя гетероатомами.</b>	Практические работы	Технология проблемного обучения Групповая работа
<b>Тема 7. Бициклические гетероциклы.</b>	Практические работы	Технология проблемного обучения Групповая работа
<b>Тема 8. Алкалоиды. Антибиотики.</b>	Практические работы	Технология проблемного обучения Групповая работа

#### IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации

<b>Результат (индикатор)</b>	<b>Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков</b>	<b>Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания</b>
<b>ОПК-1.1</b>	1. Осуществить синтез органического вещества по следующей схеме: янтарная кислота→ аммонийная соль янтарной кислоты→ амид янтарной кислоты→имид	решение, включающее правильный ответ – 3 балла; Дано верное решение, но допущены

	<p>янтарной кислоты→пиррол. Указать условия проведения всех промежуточных реакций, предложить наиболее вероятные механизмы реакций, способы выделения и очистки синтезированных соединений.</p> <p><b>2.</b> Приведите таутомерные формы изатина и схему реакции по которой можно доказать существование кислой таутомерной формы изатина. Предложите способы выделения и очистки данного соединения.</p>	<p>несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла– 2 балла; • Имеется верное решение только части задания– 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5».</p>
<p><b>ОПК-1.2</b></p>	<p><b>1.</b> Классификация гетероциклических соединений(ГЦС): а) кислородосодержащее ГЦС; б) азотосодержащее ГЦС; в) серосодержащее ГЦС. Установите соответствие: 1) пиридин; 2) оксазол; 3) имидазол; 4) фуран; 5) пурин; 6) тиазол. Написать формулы соединений и дать краткую характеристику.</p> <p><b>2.</b> Приведите возможные стадии синтеза пиррола по Ганчу и фурана по Фейсту-Бенари.</p> <p><b>3.</b> Более слабым или более сильным основанием будет 1,3-дiazол по сравнению с пиридином или пирролом? Что можно сказать в этой</p>	<p>Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – 3 балла; Дано верное решение, но допущены несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла– 2 балла; • Имеется верное решение только части задания– 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»</p>

	связи об 1,2-диазоле? Ответ обоснуйте.	
<b>ОПК-2.1</b>	<p>1. Дайте характеристику следующим методам применяемым в проведении эксперимента: нагревание и прокаливание; измельчение и смешивание; растворение; фильтрование; дистилляция; экстракция. Дополните перечень не указанных методов соответствующей характеристикой.</p> <p>2. Сделайте карандашные наброски следующего лабораторного оборудования: колбы-плоскодонные, мерные, Вюрца, Кьельдаля, Кляйзена, Арбузова, колбы для фильтрования под вакуумом, склянки Тищенко, Вульфа, Дрекслея, холодильники (прямые и обратные), дефлегматоры (3 вида). Указать сферу применения этого оборудования. Приведите схему экспериментальной установки для простой перегонки.</p>	<p>Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – 3 балла; Дано верное решение, но допущены несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла – 2 балла; • Имеется верное решение только части задания – 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»</p>
<b>ОПК-2.2</b>	<p>1. В промышленных масштабах пиридин и его гомологи получают при коксохимической переработке каменного угля. Препаративный метод синтеза производных пиридина (А.Ганчев) проводят циклоконденсацией эфиров β-кетокислот с альдегидами и аммиаком с последующим окислением. Напишите</p>	<p>Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – 3 балла; Дано верное решение, но допущены несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла – 2 балла; • Имеется верное решение</p>

	<p>схему синтеза, укажите условия прохождения реакции. Приведите схемы синтеза пиридина на основе еще более простых реагентов.</p> <p><b>2.</b> В промышленности пиррол получают при фракционной перегонке каменноугольной смолы. Тиофен в промышленном масштабе получают взаимодействием смеси бутана, бутенов и 1,3-бутадиена с серой при высокой температуре. Приведите схемы синтеза.</p>	<p>только части задания – 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5».</p>
--	---	---

## V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 1. Рекомендуемая литература

#### а) Основная

1. Мокрушин, В.С. Химия гетероциклических diaзосоединений / В.С. Мокрушин, Е.В. Садчикова. - Санкт-Петербург. : Издательство Проспект Науки, 2013. - 221 с. - ISBN 978-5-903090-97-6 ; То же [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468343>

#### б) Дополнительная

1. Носова, Э.В. Химия гетероциклических биологически активных веществ : учебное пособие / Э.В. Носова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 205 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. - ISBN 978-5-7996-1143-9 ; То же [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275817>

### 2) Программное обеспечение

а) Лицензионное программное обеспечение

б) Свободно распространяемое программное обеспечение

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Ин-тернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.xumuk.ru/>
2. <http://nehudlit.ru/books/subcat283.html>
3. [http://www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/himiya/BIOHIMIYA.html](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/BIOHIMIYA.html)
4. <http://elibrary.ru/>
5. <http://www.medbook.net.ru/23.shtml>
6. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/kolman/index.htm>

## VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

### ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

#### «Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом».

##### Билет 1

5. Напишите формулы 2-метилтиофена,  $\alpha$ -оксипирролидина.
6. Чем можно объяснить большую прочность красителя индиго? Ответ поясните схемой.
7. Напишите схему превращения пятичленных гетероциклов по Юрьеву.
8. Напишите схему реакции фурфурола с бромом.
9. Напишите схему взаимных превращений синего и белого индиго.

##### Билет 2

1. Напишите схему получения амида пирролидиновой кислоты.
2. Напишите схему сульфирования тиофена.
3. Приведите схему синтеза индиго из антрахиноновой кислоты.
4. Приведите схему синтеза фурацилина – семикарбазона 5-нитрофурфурола из 5-нитрофурфурола.
5. Напишите протопорфириновое ядро, содержащееся в витамине В<sub>12</sub>.

##### Билет 3

1. Напишите схему превращения пролина в хлорангидрид и амид.
2. Какие свойства (кислые, основные) должен иметь серотонин?
3. Как объяснить ароматический характер пятичленных гетероциклов?
4. Напишите структурную формулу порфина.
5. Как можно доказать ароматический характер тиофена?

##### Билет 4

1. Как изменяются основные свойства пиррола при его частичном и полном гидрировании?
2. Приведите таутомерные формы изатина и схему реакции, которой можно доказать существование кислотной таутомерной формы.

3. Приведите схему синтеза фурана из слизевой кислоты.
4. Как из индиго можно получить изатин? Напишите схему.
5. Как фурфурол реагирует с бисульфитом натрия?

#### **Билет 5**

1. Напишите формулу 5,5'-дисульфоиндиго (индигокармина). Какие группы обуславливают его растворимость в воде?
2. Что такое гетероциклы? Дайте определение, напишите формулу и название пятичленного гетероцикла с 2 гетероатомами азота.
3. Напишите схему получения оксима фурфурола.
4. По какой схеме триптофан в организме превращается в индол?
5. Как называют по номенклатуре ИЮПАК трех- и четырехчленные насыщенные азотистые гетероциклы?

#### **Билет 6**

1. Напишите схему реакции серебряного зеркала для фурфурола.
2. Напишите формулы  $\alpha$ -метилпиррола.
3. Напишите схему реакции нитрования тиофена.
4. Напишите формулы в схеме: янтарная кислота  $\rightarrow$  аммонийная соль янтарной кислоты  $\rightarrow$  амид янтарной кислоты  $\rightarrow$  имид янтарной кислоты  $\rightarrow$  пиррол.
5. Напишите формулу гетероауксина и его рациональное название.

#### **Билет 7**

1. Как фуран реагирует с бромом?
2. Какой реакцией можно доказать основной характер пирролидина?
3. Напишите схему сульфирования пиррола.
4. Напишите формулу кумарона. Где он используется?
5. Получите пирролкалий и сравните со свойствами фенолятов.

#### **«Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом».**

1. Что такое соли пироксония (пирилиевые соли)? Схема их получения.
2. Напишите изомеры пиридинкарбоновых кислот и дайте им названия.
3. Напишите формулу кумарина (бензо- $\alpha$ -пирона) и схему его взаимодействия с щелочью.
4. Назовите ядра, входящие в состав акридина, и пронумеруйте атомы.
5. Напишите формулу диэтиламида никотиновой кислоты.
6. Чем объясняются слабые основные свойства пиридина?
7. Напишите схему восстановления хинолина и назовите продукты.
8. Схема реакции электрофильного замещения в пиридиновом ядре.
9. Реакции, доказывающие основные свойства пиридина.
10. Напишите схему получения 5-нитро-8-оксихинолина (лекарственный препарат-5-НОК), исходя из 8-оксихинолина.
11. Напишите схему получения дикетопиперазина из гликокола.
12. Напишите формулу тетрагидропирана.
13. Напишите формулы соединений в следующей схеме:

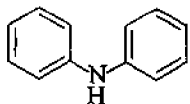
14. хинолин  $\xrightarrow{+ \text{H}_2\text{SO}_4, t}$  ?  $\xrightarrow{+ \text{NaOH}(\text{водн. р-р})}$  ?  $\xrightarrow{+ \text{NaOH}(\text{сплавление})}$  8-оксихинолин.
15. Соли алкилпиридиния. Напишите схему их получения.

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

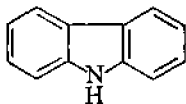
### «Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом».

Каждый вопрос оценивается в 2 балла

1. Напишите возможные типы водородных связей между молекулами:  
а) имидазол – имидазол; б) индол – имидазол; в) аденин – тимин;  
г) гуанин – цитозин.
2. По какому атому азота будет протонироваться молекула 5-окси-3(2'-аминоэтил)индола (т.е. серотонина)?
2. Напишите уравнение реакции гидролиза витамина РР (никотинамид). Какова структура получившегося вещества от рН среды?
4. Напишите структурные формулы всех изомерных монометилиндолов.
5. Сравните на примере галогенирования (например, иодирования) реакционную способность ядра пиррола, тиофена, бензола и пиридина.
6. Сравните пиридин и пиперидин по их основности, отношению к уксусному ангидриду, йодистому метилу, азотистой кислоте.
7. Какое из соединений и почему должно быть более сильной кислотой:



или



8. Почему для сульфирования фурана используется пиридин-сульфотриоксид? Каково строение этого реагента? Напишите уравнение реакции сульфирования 2-метилфурана. Рассмотрите механизм действия электрофильных агентов на соединения типа фурана.
9. Расставьте в ряд по легкости нитрования следующие соединения: пиридин, *m*-динитробензол, тиофен, *n*-ксилол, бензол.
10. Напишите схему реакции нитрования пиррола.

### «Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом».

Каждый вопрос оценивается в 2 балла.

1. Напишите схему взаимодействия пиперазина с серной кислотой.
2. Напишите схему получения  $\alpha$ -аминопиридина (реакция Чичибабина). К какому типу реакций замещения относится данная реакция?
3. Напишите формулы  $\gamma$ -пирана и  $\gamma$ -пирона.
4. Напишите схему окисления лепидина ( $\gamma$ -метилхинолина) и назовите продукт реакции.
5. Назовите и напишите формулы конденсированных систем, в состав которых входит  $\gamma$ -пирон.

6. Напишите схему получения амида β-пиридинкарбоновой кислоты (витамин PP).
7. Напишите схему взаимодействия 8-оксихинолина со щелочью.
8. Напишите схему взаимодействия хромона с соляной кислотой.
9. Напишите схему diazotирования β-аминопиридина.
10. Что получится при энергичном окислении хинолина? Напишите схему реакции.
11. Напишите схему синтеза тубазида из изоникотиновой кислоты.
12. Напишите формулу изохинолина и пронумеруйте атомы.
13. Сравните основные свойства пиридина и пиперидина.
14. Напишите схему синтеза хинолина по Скраупу.
15. Напишите схему получения иодметилата хинолина.
16. Выведите все изомерные метилпиридины.

#### **«Пятичленные гетероциклы с несколькими гетероатомами».**

Каждый вопрос оценивается в 1 балл

1. Как норсульфазол будет реагировать с соляной кислотой?
2. Как реагирует имидазол с соляной кислотой?
3. Как гистамин реагирует с азотистой кислотой?
4. Как бензимидазол реагирует с соляной кислотой?
5. Напишите схему взаимодействия пиразола с серной кислотой (образование соли).
6. Приведите схему синтеза антипирина.
7. Как можно получить кислый азокраситель из норсульфазола (через стадию diazotирования)?
8. Приведите схему синтеза имидазола и его второе название.
9. Напишите формулу пенициллина и назовите циклы, которые входят в его состав. Каким методом было доказано наличие в пенициллине β-лактамного кольца?
10. Приведите схему синтеза амидопирина из антипирина и рациональное название конечного продукта.
11. Напишите уравнение превращения гистидина в гистамин.
12. Приведите формулу антипирина, его рациональное название.
13. Приведите формулы трех важнейших азолов и схему реакции одного из них с соляной кислотой.
14. Проведите алкилирование тиазола.
15. Что получается при нитровании 4-метилтиазола?

#### **«Шестичленные гетероциклы с несколькими гетероатомами».**

Каждый вопрос оценивается в 0,5 балла

1. Напишите возможные таутомерные формы цитозина.
2. Что такое нуклеозиды? Приведите пример.
3. Напишите формулу теобромина и приведите его рациональное название.



4. Перечислите продукты, получающиеся при гидролизе нуклеиновых кислот (с указанием промежуточных продуктов).
5. Приведите схему получения пурина из мочевой кислоты.
6. Дайте определение РНК и ДНК. Где они содержатся?
7. Напишите формулу пурина. Назовите гетероциклы, из которых он состоит, и пронумеруйте атомы.
8. Напишите формулу участка нуклеиновой кислоты, состоящего из двух нуклеотидов.
9. Напишите схему синтеза барбитала (веронала).
10. Напишите формулу гуанозина.
11. Напишите структурную формулу уридинтрифосфата (УТФ).
12. Напишите формулу кофеина, назовите его по рациональной номенклатуре.
13. Напишите структурные формулы оснований – производных пиримидина, входящих в состав нуклеиновых кислот.
14. Что такое барбитураты? Где они применяются?
15. Напишите схему взаимодействия фентиазина с бромом.
16. Напишите формулы оснований – производных пурина, входящих в состав нуклеиновых кислот.
17. Напишите структурную формулу цитидинмонофосфата.
18. Назовите и напишите формулы шестичленных гетероциклов с двумя атомами азота (азинов).
19. Напишите формулу теofilлина. Приведите рациональное название.
20. Напишите формулу метиленовой сини.
21. Назовите основания, входящие в состав нуклеиновых кислот.
22. Напишите схему гидролиза гуанозинмонофосфата.
23. Напишите таутомерные формы ксантина. Как называется этот вид таутомерии?
24. Напишите формулу нуклеозида тимидина, образованного тиминном и дезоксирибозой.
25. Напишите схемы реакций, доказывающих слабые основные и кислотные свойства гипоксантина.
26. Напишите формулу пиразина.
27. Напишите формулу средней натриевой соли мочевой кислоты.
28. Напишите формулу аденозиндифосфата (АДФ).
29. Что такое мурексидная проба и где она применяется?
30. Напишите открытую и циклическую форму D-рибозы, а также приведите схему образования нуклеозида из β-D-рибофуранозы и урацила.

## БАНК ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

### Вариант заданий №1

#### Билет 1

1. Дайте определение, что такое гетероциклические соединения, приведите примеры пятичленных гетероциклов (с одним гетероатомом).
2. Напишите формулу строения пиридина.

**Билет 2**

1. Напишите схему реакции восстановления синего индиго в белое.
2. Напишите формулу строения фурана.

**Билет 3**

1. Дайте определение, что такое алкалоиды, где они встречаются в природе.
2. Напишите формулу строения фурана.

**Билет 4**

1. Напишите формулы строения двух таутомерных форм мочевой кислоты.
2. Перечислите известные вам алкалоиды.

**Билет 5**

1. Укажите реактивы, осаждающие алкалоиды.
2. Напишите формулу строения бензопиридина (хинолина).

**Билет 6**

1. Напишите уравнение реакции пиридина с водой; какую реакцию на лакмус имеет водный раствор пиридина?
2. Напишите формулу строения  $\alpha$ -амино- $\beta$ -индолилпропионовой кислоты (триптофана).

**Билет 7**

1. Укажите, в чем проявляется основной характер алкалоидов. Как выделить свободное основание алкалоида?
2. Напишите формулу строения бензопиррола (индола).

**Билет 8**

1. Что такое гетероциклические соединения? Приведите примеры пяти- и шестичленного гетероциклов с одним атомом азота.
2. Напишите формулу барбитуровой кислоты (2,4,6-триоксипиримидина).

**Билет 9**

1. Укажите, в чем проявляется кислотный характер мочевой кислоты.
2. Напишите таутомерные формы урацила (2,6-диоксипиримидина).

**Билет 10**

1. Напишите уравнение реакции декарбоксилирования триптофана.
2. Напишите формулу строения пиримидина.

**Билет 11**

1. Перечислите известные вам алкалоиды.
2. Напишите формулу строения пиразола.

**Билет 12**

1. Укажите реактивы, с помощью которых можно осадить алкалоиды.
2. Напишите формулу строения имидазола.

**Билет 13**

1. Напишите формулу строения пурина; какие гетероциклы входят в его состав?
2. Напишите уравнение реакции декарбоксилирования гистидина.

**Билет 14**

1. Напишите формулы строения двух таутомерных форм мочевой кислоты; укажите, какие соли она образует.
2. Напишите формулу строения  $\beta$ -пиридинкарбоновой (никотиновой) кислоты.

### Билет 15

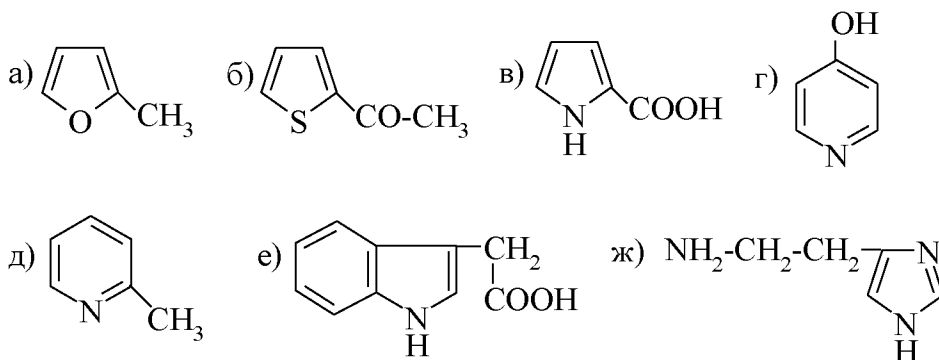
1. Напишите формулу строения ксантина (2,6-диоксипурина).
2. Напишите формулу строения пиррола.

### Билет 16

1. Напишите формулу строения пурина и укажите, какие гетероциклы входят в его состав.
2. Напишите формулу строения амида  $\beta$ -пиридинкарбоновой кислоты (витамин PP).

### Вариант заданий №2

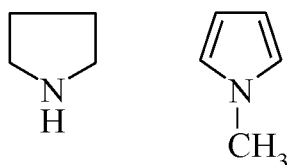
1. Назовите следующие соединения:



2. Напишите структурные формулы соединений:

- а) 2,5-диметилфурана;
- б)  $\alpha$ -бромтиофена;
- в)  $\alpha, \alpha'$ -диметилпиррола;
- г) 2-аминопиридина;
- д)  $\beta$ -пиридин-сульфо кислоты;
- е) 4-индолкарбоновой кислоты.

3. Получите из фурана соединения:



4. Сравните основные (щелочные) свойства пиридина и пиперидина.

5. Сравните основные (щелочные) свойства пиррола и пирролидина.

6. Напишите уравнения реакций, происходящих при пропускании над нагретым до  $450^\circ\text{C}$  оксидом алюминия (реакция Юрьева) веществ:

- а)  $\alpha$ -метилфурана с метиламином;
- б) тиофена с этиламином;
- в)  $\alpha$ -метилпиррола с сероводородом.

7. Без учета резонанса определите, по какому атому азоту будет протонироваться: а) имидазол; б) пурин.

8. Напишите таутомерные формы: а) 2-аминопиридина;

- б) 4-оксипиридина;
- в) урацила;
- г) тимина;
- д) цитозина;
- е) аденина;
- ж) гуанина.

## **ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ ДЛЯ МАГИСТРОВ I КУРСА (2 СЕМЕСТР)**

- Классификация гетероциклов.
- Синтез Пааля-Кнорра.
- Реакция Юрьева.
- Строение молекулы фурана (пиррола, тиофена).
- Реакция электрофильного замещения на примере пиррола (тиофена, фурана).
- Относительная активность пятичленных гетероциклов в реакциях  $S_EAr$ .
- Производные фурана (пиррола, тиофена).
- Способы получения шестичленных гетероциклов.
- Строение шестичленных гетероциклов на примере пиридина.
- Основные свойства пиридина.
- Нуклеофильные свойства пиридина.
- Реакции электрофильного замещения.
- Реакция Чичибабина.
- Реакция присоединения.
- Производные пиридина.

## **ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ДЛЯ МАГИСТРОВ II КУРСА (3 СЕМЕСТР)**

1. Классификация пяти- и шестичленных гетероциклов с двумя гетероатомами.
2. Строение азолов и пиримидина.
3. Кислотно-основные свойства азолов.
4. Кислотно-основные свойства пиримидина.
5. Реакции с электрофильными реагентами по атому азоту.
6. Реакции электрофильного замещения.
7. Реакции нуклеофильного замещения.
8. Производные азолов.
9. Производные пиримидина.
10. Производные пурина.
11. Общие представления о нуклеиновых кислотах.
12. Нуклеозиды и нуклеотиды.
13. Общие представления об алкалоидах.
14. Антибиотики.
15. Биологически-активные вещества в сельском хозяйстве.

## **VII. Материально-техническое обеспечение**

Столы, стулья, доска ученическая  
Весы лабораторные ВЛ-120 с гирей калибровочной 100гЕ2  
Весы лабораторные ВЛТЭ-1100г с гирей калибровочной 1кг F1  
Доска классная большая

Лаборатория подготовительная  
Горелка (M082-06990)  
Спиртовка СЛ с металлической оправой  
Сушилка для пипеток  
Шкаф вытяжной  
Шкаф сушильный

### **VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины**

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.	Раздел V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	Добавлены новые пособия в основной список литературы	Протокол №11 от 28.04.21г. заседания ученого совета химико-технологического факультета