

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Естественнонаучный институт  
Кафедра «Химии»

Утверждено на заседании кафедры  
«Химии»  
«30» января 2023 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_ В.А. Алферов

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ) ДЛЯ  
ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**«Введение в химию гетероциклических соединений»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки  
**18.03.01 Химическая технология**

с направленностью (профилем)

**Технология органического синтеза**

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 180301-01-23

Тула 2023 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**фонда оценочных средств (оценочных материалов)**

**Разработчик(и):**

Демкина Ираида Ивановна, канд. хим. наук, доцент  
*(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)*

---

*(подпись)*

## 1. Описание фонда оценочных средств (оценочных материалов)

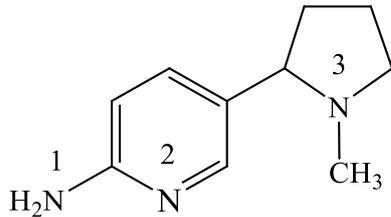
Фонд оценочных средств (оценочные материалы) включает в себя контрольные задания и вопросы, которые могут быть предложены обучающемуся в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине. Указанные контрольные задания и вопросы позволяют оценить достижение обучающимся планируемых результатов обучения по дисциплине, установленных в соответствующей рабочей программе дисциплины, а также сформированность компетенций, установленных в соответствующей общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

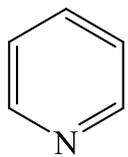
## 2. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине

### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-1.1)

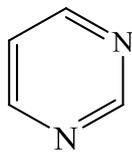
1. Расположите атомы азота  $\alpha$ -аминоникотина в порядке увеличения основности:



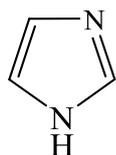
- 1) 1,2,3  
 2) 2,3,1  
 3) 2,1,3  
 4) 3,2,1
2. Кислотные свойства характерны для ...  
 1) пиррола  
 2) индола  
 3) пиридина  
 4) хинолина
3. Установите соответствие между соединением и величиной его  $pK_{BH^+}$  в воде. В ответе приведите номера значений  $pK_{BH^+}$  из правого столбика в соответствии с последовательностью формул оснований в левом столбике без пробелов и запятых.



1) 1,3



2) 5,2



3) 7,0

4. Какой из алкилпиридинов обладает наименьшей СН-кислотностью?
- 1) 2-метилпиридин
  - 2) 3-метилпиридин
  - 3) 4-метилпиридин
  - 4) 2-этилпиридин

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-1.2)**

1. Ацидофобные свойства проявляют

- 1) пиррол
- 2) тиофен
- 3) пиридин
- 4) фуран

2. При использовании в синтезе Дебнера-Миллера о-толуидина и 2-бутенала образуется

- 1) 4,6-диметилхинолин
- 2) 2,6-диметилхинолин
- 3) 4,8-диметилхинолин
- 4) 2,8-диметилхинолин

3. Для синтеза 2,5-диметилиндола по Фишеру необходимо использовать

- 1) фенилгидразин и пропаналь
- 2) фенилгидразин и ацетон
- 3) п-толилгидразин и ацетон
- 4) фенилгидразин и метилэтилкетон

4. Активность соединений в реакциях  $S_EAr$  увеличивается в ряду

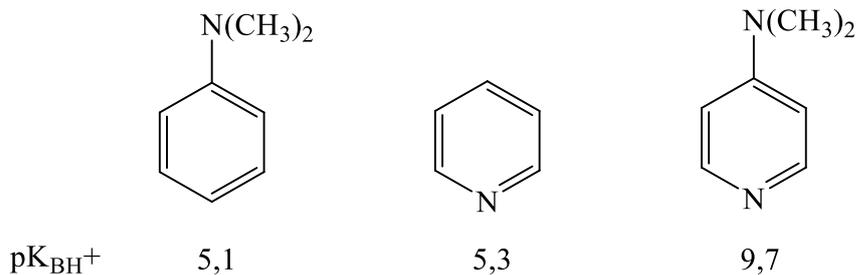
- 1) бензол, пиридин, пиррол
- 2) пиридин, фуран, пиррол
- 3) бензол, пиридин, пиримидин
- 4) пиррол, фуран, тиофен

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-1.3)**

- Какой из галогенпиридинов наиболее устойчив к гидролизу?
  - 2-хлорпиридин
  - 3-хлорпиридин
  - 4-хлорпиридин
  - 2-бромпиридин
- Активность соединений в реакциях  $S_NAr$  увеличивается в ряду
  - 2-хлорпиридин, 3-хлорпиридин
  - 1-нитро-4-хлорбензол, 1-нитро-3-хлорбензол
  - 1-нитро-2-хлорбензол, 1-нитро-3-хлорбензол
  - 3-хлорпиридин, 4-хлорпиридин
- По атому азота идут реакции пиридина с ....
  - HCl
  - CH<sub>3</sub>I
  - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
  - C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>Li
- Превращения в пиридиниевом кольце хинолина происходят при действии ...
  - амида натрия
  - фениллития
  - перманганата калия
  - брома

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.1)**

- N,N-диметиланилин и пиридин близки по основности, в то время как 4-(N,N-диметиламино)пиридин значительно превосходит их по основности.

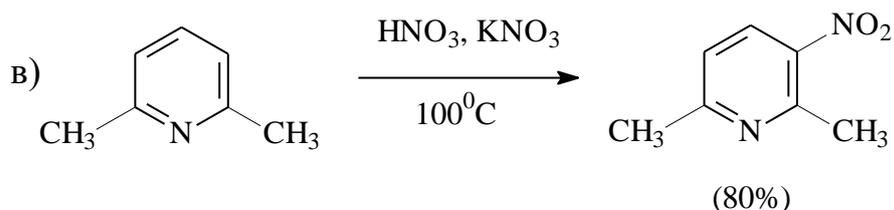
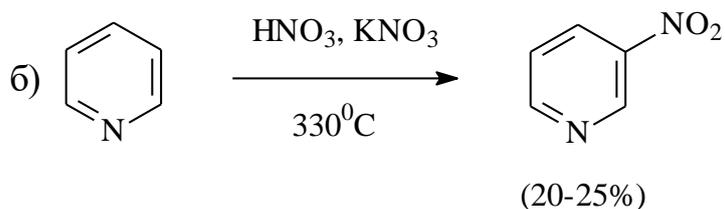
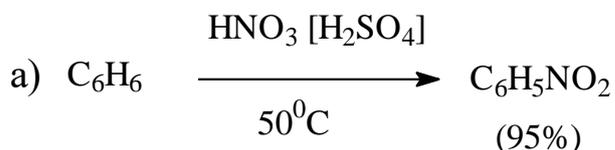


Объясните этот факт. Определите какой из двух атомов азота 4-(N,N-диметиламино)пиридина обладает большей основностью.

- Объясните причины различий в основности пиридина ( $pK_{BH^+}$  5,2), пиримидина ( $pK_{BH^+}$  1,3) и имидазола ( $pK_{BH^+}$  7,0).
- Фурфурол (фуранкарбальдегид) дает большинство реакций, характерных для ароматических альдегидов. Напишите уравнения реакций фурфурола со следующими реагентами и приведите их механизм:
  - [KCN];
  - NaOH;
  - HCHO + NaOH;
  - (CH<sub>3</sub>CO)<sub>2</sub>O [CH<sub>3</sub>COONa].

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.2)**

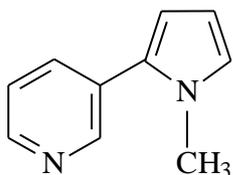
1. Из приведенных ниже условий нитрования бензола и пиридина очевидно, что пиридин значительно менее активен в этом превращении, чем бензол. В чем, по Вашему мнению, причина (или причины) такого поведения пиридина в реакции нитрования? Почему 2,6-диметилпиридин нитруется легче пиридина?



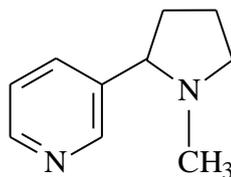
2. Изомерные хлорпиридины заметно различаются по способности обменивать хлор на нуклеофильные группы. Например, 2- и 4-хлорпиридины легко реагируют даже с водой, образуя соответствующие гидроксипиридины. В то же время 3-хлорпиридин стабилен не только в сходных, но и в более жестких условиях. В чем причины такого различного поведения хлорпиридинов?
3. При взаимодействии 2-хлорпиридина с метилатом натрия образуется только одно соединение – 2-метоксипиридин с выходом 95%. При взаимодействии 3-хлорпиридина с амидом натрия в жидком аммиаке образуется смесь 4-амино- и 3-аминопиридинов в соотношении 2:1. Объясните полученные результаты, рассмотрев механизмы реакций.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.3)**

1. Для барбитуровой кислоты (2,4,6-тригидроксиимидина) характерны кето-енольная и лактим-лактаминная таутомерия. Приведите равновесия между таутомерными формами барбитуровой кислоты. Какой вид таутомерии отсутствует у барбитуратов – 5,5-диалкилзамещенных производных барбитуровой кислоты?
2. Никотинин – промежуточный продукт в синтезе никотина.



Никотирина



Никотин

Напишите схемы реакций никотирина со следующими веществами:

- метилюидом,
- гидроксидом натрия при нагревании,
- амидом натрия,
- бромом в диоксане.

По какому механизму протекает каждая из этих реакций? Напишите схему каталитического гидрирования никотирина в никотин.

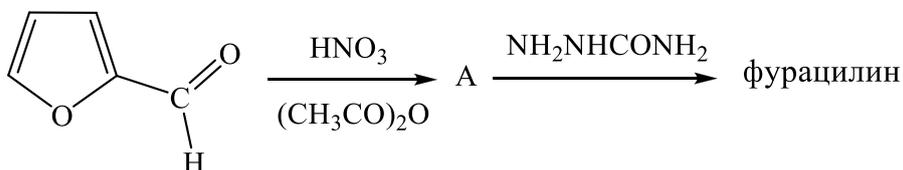
- Нитроксолин (8-гидрокси-5-нитрохинолин) обладает антибактериальной активностью. Предложите схему синтеза нитроксолина из хинолина.

### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.1)

- При взаимодействии фурфурола с ацетальдегидом в слабощелочной среде получается вещество А. Это вещество обладает запахом корицы и применяется в парфюмерии. При осторожном гидрировании это вещество присоединяет 2 атома водорода и превращается в вещество Б с запахом жасмина. Напишите реакции получения веществ А и Б и их названия.
- Первый химический синтез природного алкалоида кониина был осуществлен из  $\alpha$ -пиколина следующим образом: 1)  $\alpha$ -пиколин конденсировали с ацетальдегидом в слабощелочной среде; 2) продукт конденсации исчерпывающе гидрировали металлическим натрием в спирте. Полученный продукт был идентичен природному веществу, выделенному из семейства зонтичных – кониину. Единственное отличие было в том, что природный кониин вращал плоскость поляризации света, а синтетический был оптически инертен. Напишите реакции получения, назовите кониин по номенклатуре ИЮПАК и объясните разницу в оптических свойствах природного и синтетического кониина.

### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.2)

- Простые эфиры, например, тетрагидрофуран, широко используются в лабораториях органической химии как растворители для экстракции и проведения органических реакций. Какие меры предосторожности необходимо соблюдать при хранении простых эфиров и работе с ними? С помощью каких химических тестов проверяют простые эфиры на «доброкачественность»? Какими методами необходимо удалять взрывоопасные примеси из простых эфиров? Какие меры предосторожности необходимо соблюдать при работе с эфирами как легко воспламеняющимися жидкостями?
- Расшифруйте цепочку превращений.



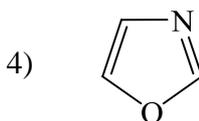
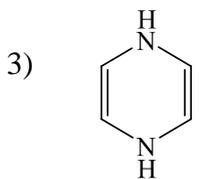
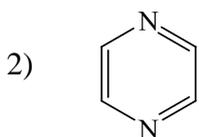
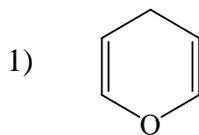
**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.3)**

1. Никотиновая (3-пиридинкарбоновая) кислота и ее производные являются биологически активными веществами. Сама кислота и ее амид – разные формы витамина РР. Диэтиламид никотиновой кислоты (кордиамин) используется в кардиологической практике. Предложите пути синтеза этих соединений из  $\beta$ -пиколина (3-метилпиридина) и необходимых реагентов.
2. Производные хинолина оксин (8-гидроксихинолин) и нитроксолин (8-гидрокси-5-нитрохинолин) обладают антибактериальной активностью, которая основана на их способности связывать в хелатные комплексы ионы металлов, необходимые для жизнедеятельности бактерий. Напишите схему процесса хелатообразования оксина с ионами  $\text{Co}^{2+}$ . Предложите схемы синтеза оксина и нитроксолина из хинолина и неорганических реагентов.

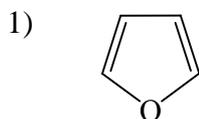
**3. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

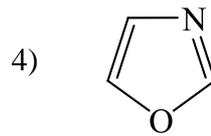
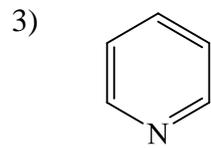
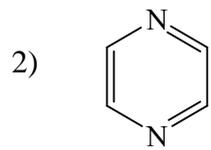
**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-1.1)**

1. К ароматическим относятся гетероциклы

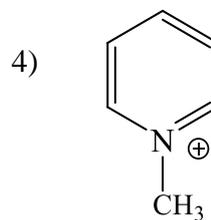
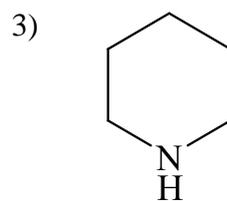
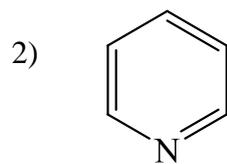
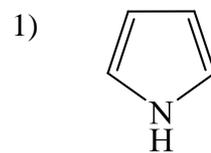


2.  $\pi$ -Избыточными являются гетероциклы ...





3. Атом азота находится в состоянии  $sp^2$ -гибридизации в молекулах ...



4. Основные свойства увеличиваются в ряду

- 1) пиридин, пиримидин
- 2) пирролидин, пиррол
- 3) пиррол, пиридин
- 4) пиперидин, пиридин

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-1.2)**

1. При использовании в синтезе Дебнера-Миллера *p*-толуидина и метилвинилкетона образуется
  - 1) 4,6-диметилхинолин
  - 2) 2,6-диметилхинолин
  - 3) 4,8-диметилхинолин
  - 4) 2,8-диметилхинолин
  
2. Для синтеза 3-метилиндола по Фишеру необходимо использовать
  - 1) фенилгидразин и пропаналь
  - 2) фенилгидразин и ацетон
  - 3) *p*-толилгидразин и ацетон
  - 4) фенилгидразин и метилэтилкетон
  
3. Активность соединений в реакциях  $S_EAr$  увеличивается в ряду
  - 5) бензол, пиридин, пиррол
  - 6) пиридин, фуран, пиррол
  - 7) бензол, пиридин, пиримидин
  - 8) пиррол, фуран, тиофен
  
4. К реакциям нуклеофильного замещения относятся ...
  - 1) взаимодействие пиридина с амидом натрия
  - 2) взаимодействие хинолина с бутиллитием
  - 3) взаимодействие индола с бромом
  - 4) взаимодействие пиррола с амидом натрия

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-1 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-1.3)**

1. Какой из галогенпиридинов наиболее устойчив к гидролизу?
  - 1) 2-хлорпиридин
  - 2) 3-хлорпиридин
  - 3) 4-хлорпиридин
  - 4) 2-бромпиридин
  
2. Реагенты, под действием одного из которых происходит превращение в бензольном кольце, а под действием другого – в пиридиновом кольце хинолина, - это
  - 1)  $KMnO_4$ ,  $t$ ;  $C_6H_5Li$
  - 2)  $CH_3I$ ;  $H_2O_2$
  - 3)  $H_2$  [Ni];  $NaNH_2$
  - 4)  $H_2SO_4$  (конц),  $t$ ;  $Br_2$  [ $AlCl_3$ ]
  
3. Реагенты, под действием каждого из которых происходят превращения у атома азота хинолина, - это
  - 1)  $NaOH$ ;  $HCl$
  - 2)  $C_6H_5Li$ ;  $KMnO_4$ ,  $t$

- 3)  $\text{CH}_3\text{I}; \text{H}_2\text{O}_2$
- 4)  $\text{H}_2 [\text{Ni}]; \text{NaNH}_2$

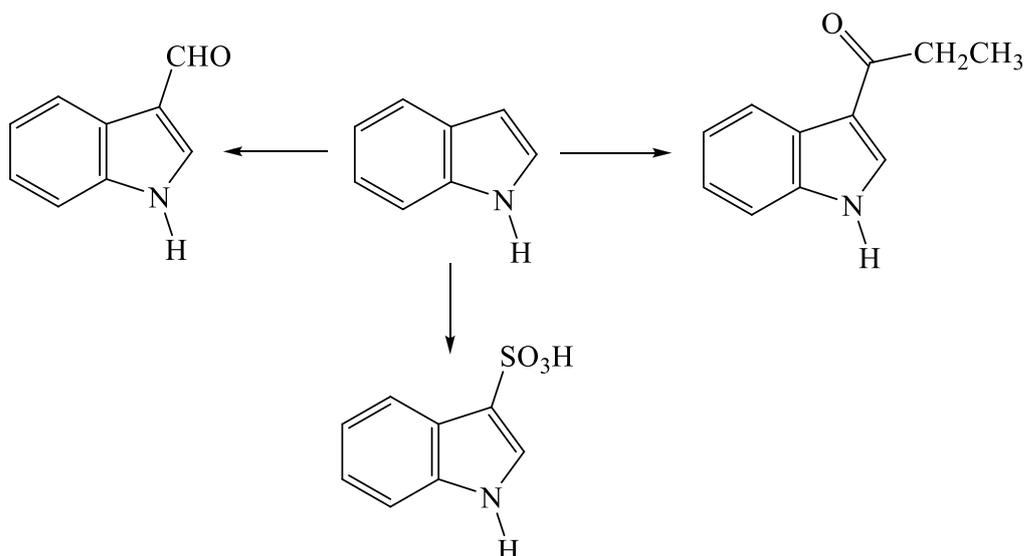
4. Реагенты, под действием каждого из которых в отдельности происходят превращения в бензольном кольце хинолина, - это
- 1)  $\text{HNO}_3[\text{H}_2\text{SO}_4]; \text{H}_2\text{O}_2$
  - 2)  $\text{HCl}; \text{C}_6\text{H}_5\text{Li}$
  - 3)  $\text{Br}_2 [\text{AlCl}_3]; \text{NaNH}_2$
  - 4)  $\text{KMnO}_4, t; \text{H}_2\text{SO}_4$  (конц),  $t$

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.1)**

1. Объясните соотношение основностей в следующих парах гетероциклических оснований: а) пиперидин ( $pK_{\text{BH}^+}=11,12$ ), пиридин ( $pK_{\text{BH}^+}=5,23$ ); б) пирролидин ( $pK_{\text{BH}^+}=11,27$ ), пиррол ( $pK_{\text{BH}^+}=-0,28$ ).
2. Объясните уменьшение значений  $pK_a$  (в диметилсульфоксиде) у следующих соединений: пирролидин (44,0), пиррол (23,3), имидазол (18,9). Какие из этих соединений могут взаимодействовать со щелочными металлами с образованием солей?
3. Напишите схемы реакций нитрования фурана, пирозлизовой (фуран-2-карбоновой) кислоты и тиофена. Какое из этих соединений проявляет ацидофобность и как это учитывается при выборе нитрующего реагента?

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.2)**

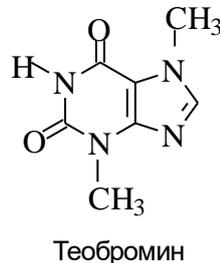
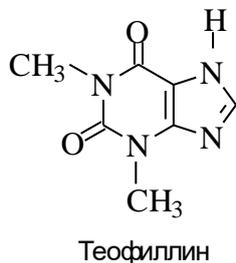
1. Напишите схемы реакций:
  - а) тиофена с концентрированной серной кислотой;
  - б) пиррола с пиридинсульфотриоксидом;
  - в) пиррола с хлоридом *para*-нитробензолдиазония;
  - г) фурана с ацетилнитратом;
  - д) пиррола с уксусным ангидридом;
  - е) пиррола с *para*- $N,N$ -диаминобензальдегидом.
 Объясните, почему электрофильное замещение в этих соединениях идет преимущественно в положение 2. Почему пиррол и фуран, в отличие от тиофена, нельзя сульфировать серной кислотой?
2. Фурфурол (фуранкарбальдегид) дает большинство реакций, характерных для ароматических альдегидов. Напишите уравнения реакций фурфуrolа со следующими реагентами и приведите их механизм:
  - а)  $[\text{KCN}]$ ;    б)  $\text{NaOH}$ ;    в)  $\text{HCHO} + \text{NaOH}$ ;    г)  $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O} [\text{CH}_3\text{COONa}]$ .
3. Укажите реагенты и условия для следующих превращений.



Объясните, почему электрофильное замещение протекает по пиррольному кольцу индола.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.3)**

1. Для гидроксипроизводных пурина известны два вида таутомерии – азольная и лактим-лактаминная. Приведите все возможные таутомерные формы для пуриновых алкалоидов – кофеина, теофиллина и теобромина. Какой из них не имеет таутомеров?



2. При окислении растительного алкалоида была получена одна из пиридинкарбоновых кислот с Т. пл. 232 °С. Эта же кислота получалась при монодекарбоксилировании 2,3-пиридинкарбоновой кислоты при нагревании ее выше температуры плавления. Какое строение имеет кислота с Т. пл. 232 °С?
3. Получите следующие производные индола по Фишеру из соответствующих арилгидразинов и кетонов:
  - а) 2-метилиндол,
  - б) 2,3,5-триметилиндол,

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.1)**

1. При взаимодействии фурфурола с ацетальдегидом в слабощелочной среде получается вещество А. Это вещество обладает запахом корицы и применяется в парфюмерии. При осторожном гидрировании это вещество присоединяет 2 атома водорода и превращается в вещество Б с запахом жасмина. Напишите реакции получения веществ А и Б и их

названия.

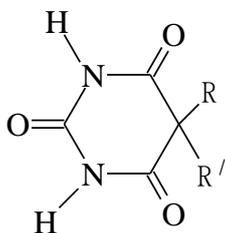
- Установите строение соединения  $C_6H_8O$ , в спектре ЯМР Н которого присутствуют два резонансных сигнала:  $\delta_1$  2,17 м.д. (синглет),  $\delta_2$  5,76 м.д. (синглет) с соотношением интегральных интенсивностей 3:1.

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.2)**

- Простые эфиры, например, тетрагидрофуран, широко используются в лабораториях органической химии как растворители для экстракции и проведения органических реакций. Какие меры предосторожности необходимо соблюдать при хранении простых эфиров и работе с ними? С помощью каких химических тестов проверяют простые эфиры на «доброкачественность»? Какими методами необходимо удалять взрывоопасные примеси из простых эфиров? Какие меры предосторожности необходимо соблюдать при работе с эфирами как легко воспламеняющимися жидкостями?
- Напишите схему реакции пиридина с водой. Объясните, почему водный раствор пиридина окрашивает раствор фенолфталеина в малиновый цвет. Напишите схему реакции образования пикрата пиридина. Какие свойства пиридина проявляются в реакции с пикриновой кислотой?

**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-4 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-4.3)**

- Одним из направлений применения малонового эфира в органическом синтезе является получение барбитуратов, которые используются в медицине как снотворные средства. Барбитуратами называют 5,5-диалкилпроизводные барбитуровой кислоты:



Предложите схему синтеза апробарбитала (5-аллил-5-изопропилбарбитуровой кислоты) из малонового эфира, мочевины и необходимых галогенпроизводных. Для барбитуровой кислоты характерна кето-енольная и лактим-лактимная таутомерия. Какой из перечисленных видов таутомерии отсутствует у барбитуратов и почему?

- Изомерные хлорпиридины заметно различаются по способности обменивать хлор на нуклеофильные группы. Например, 2- и 4-хлорпиридины легко реагируют даже с водой, образуя соответствующие гидроксипиридины. В то же время 3-хлорпиридин стабилен не только в сходных, но и в более жестких условиях. При взаимодействии 2-хлорпиридина с метилатом натрия образуется только одно соединение – 2-метоксипиридин с выходом 95%. При взаимодействии 3-хлорпиридина с амидом натрия в жидком аммиаке образуется смесь 4-амино- и 3-аминопиридинов в соотношении 2:1. В чем причины такого различного поведения хлорпиридинов? Объясните полученные результаты, рассмотрев механизмы реакций.