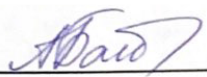


ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»  
Инженерный факультет

Утверждено:  
на заседании кафедры ТХиМ  
протокол № 9 от «21» февраля 2022 г.

Согласовано:  
Председатель УМК факультета

Зав. кафедрой  /Мухамедзянова А.А.

 /Баннова А.В.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Органическая химия биополимеров**

**Часть, формируемая участниками образовательных отношений**

**Б1.В.ДВ.07.02**

**Программа бакалавриата**

**Направление подготовки**

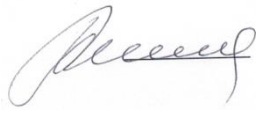
**04.03.02 « Химия, физика и механика материалов»**

**Направленность (профиль) подготовки**

**Современные материалы для медицины и промышленности**

**Квалификация**

**Бакалавр**

<p>Разработчики: доктор химических наук, профессор, Кандидат химических наук, доцент</p>	<p> / Куковинец О.С. / Ямансарова Э.Т.</p>
--	--

Для приема 2022г.

Уфа, 2022 г.

Составители: д.х.н., проф. Куковинец О.С.



к.х.н., доц. Ямансарова Э.Т.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры технической химии и материаловедения, протокол № 9 от « 21 » февраля 2022 г

Заведующий кафедрой ТХиМ



А.А. Мухамедзянова

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	
2. Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы:	
3. Содержание рабочей программы: (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	
4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.	
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.	
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы.	
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

В результате освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Разработка, сопровождение и интеграция инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов	ПК-7- Способен к оптимизации и реализации основных технологий получения современных материалов	ПК-7.1.-Знать: основные технологии выделения вторичных метаболитов из природного сырья и технологии получения их синтетических аналогов	Знать основные классы природных соединений, содержание их в природных источниках и методы выделения для применения в фармакологии и с целью дальнейшей модификации
		ПК-7.2.- Уметь определять наиболее технологичные методы получения основных природных метаболитов первой группы (углеводы, аминокислоты), а также гетероциклических соединений.	Уметь, на основе полученных знаний, выбрать наиболее перспективный метод получения первичных метаболитов
		ПК-7.3.- Владеть навыками применения полученных знаний для решения материаловедческих задач	Владеть способами создания технологий, их модернизации с учетом полученных знаний и задач материаловедения

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Органическая химия биополимеров» входит в часть, формируемую участниками образовательных процессов, учебного плана Основной образовательной программы подготовки бакалавра по направлению «Химия, физика и механика материалов», профиля «Современные материалы для медицины и промышленности». Дисциплина является дисциплиной по выбору и изучается на третьем курсе в 5 семестре.

Дисциплина находится в логической взаимосвязи с другими частями ООП, прежде всего, с остальными дисциплинами основной части, поскольку базируется на знаниях, приобретенных в ходе изучения таких предметов как «Органическая химия», «Основы наук о жизни», «Основы химии живых систем», а также дисциплинами, части, формируемой участниками образовательного процесса, например, «Основы биохимии и микробиологии».

Овладение данной дисциплиной позволяет познакомиться с наиболее значимыми классами природных соединений – углеводами, аминокислотами, белками. Большое внимание уделяется химии гетероциклических соединений, структурные фрагменты которых входят в важнейшие природные соединения – коферменты, РНК и ДНК. При освоении данной дисциплины активно используются знания о возможностях использования современных информационных технологий в образовании и науке, приобретенная способность квалифицированно владения всеми видами научного общения (устного и письменного).

Дисциплина «Органическая химия биополимеров», в свою очередь, помогает в освоении других модулей и дисциплин, входящих в часть, формируемую участниками образовательных отношений таких как «Микробиологические методы в производстве материалов», «Функциональные свойства природных материалов».

Целью освоения дисциплины «Органическая химия биополимеров» является знакомство обучающихся с важными для живых систем природными соединениями – аминокислоты, углеводы, природные биополимеры, а также гетероциклическими соединениями, многие классы которых часто встречаются в фармакологически значимых агентах. Основной акцент при изучении этой дисциплины делается на свойства этих соединений *in vitro*, поскольку их биосинтез и превращения в самих биосистемах изучаются в дисциплине «Основы химии живых систем». Студент должен изучить основные методы получения аминокислот, углеводов и гетероциклических соединений, их химические свойства, которые проходят при действии химических реагентов.

В задачи курса входит доведения до выпускника, какими свойствами обладают эти важнейшие классы органических соединений, какими свойствами они обладают, в какие реакции вступают и их возможности для применения в медицинской химии и фармакологии.

### 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в приложении №1

## 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотношенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

#### ПК-7- Способен к оптимизации и реализации основных технологий получения современных материалов

Код и наименования индикатора достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Неудовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
ПК-7.1.- Знать: основные технологии выделения вторичных метаболитов	Знать: основные классы природных соединений, содержание их в природных источниках и	1. Не знает основные классы природных соединений, содержание их в природных	Демонстрирует частичное знание классов природных соединений, содержание их в природных источниках и ме-	Демонстрирует знания классов природных соединений, содержание их в при-	Владеет полной системой знаний основных классов природ-

тов их природного сырья и технологии получения их синтетических аналогов	методы выделения для применения в фармакологии и с целью дальнейшей модификации	источниках и методы выделения для применения в фармакологии и с целью дальнейшей модификации	тоды выделения для применения в фармакологии и с целью дальнейшей модификации	родных источниках и методы выделения для применения в фармакологии и с целью дальнейшей модификации, но допускает отдельные ошибки	ных соединений, содержание их в природных источниках и методы выделения для применения в фармакологии и с целью дальнейшей модификации
ПК-7.2.- Уметь определять наиболее технологичные методы получения основных природных метаболитов первой группы (углеводы, аминокислоты), а также гетероциклических соединений.	Уметь на основе полученных знаний, выбрать наиболее перспективный метод получения первичных метаболитов	1. Не умеет на основе полученных знаний выбрать наиболее перспективный метод получения первичных метаболитов	Демонстрирует слабые умения на основе полученных знаний, выбрать наиболее перспективный метод получения первичных метаболитов	Демонстрирует неплохие умения на основе полученных знаний, выбрать наиболее перспективный метод получения первичных метаболитов	Умеет, на основе полученных знаний, выбрать наиболее перспективный метод получения первичных метаболитов
ПК-7.3.- Владеть навыками применения полученных знаний для решения материаловедческих задач	Владеть способами создания технологий, их модернизации с учетом полученных знаний и задач материаловедения	Не владеет способами создания технологий, их модернизации с учетом полученных знаний и задач материаловедения	Владеет некоторыми способами создания технологий, их модернизации с учетом полученных знаний и задач материаловедения	Неплохо владеет способами создания технологий, их модернизации с учетом полученных знаний и задач материаловедения	Полностью владеет способами создания технологий, их модернизации с учетом полученных знаний и задач материаловедения

					дения
--	--	--	--	--	-------

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине**  
**В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине.**

Код и наименование индикатора достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
ПК-7.1.- Знать: основные классы природных соединений, содержание их в природных источниках и методы выделения для применения в фармакологии и с целью дальнейшей модификации	Знать: основные классы природных соединений, содержание их в природных источниках и методы выделения для применения в фармакологии и с целью дальнейшей модификации	Проверочные работы Контрольная работа Коллоквиум Лабораторные работы Тестирование Экзамен
ПК-7.2.- Уметь определять наиболее технологичные методы получения основных природных метаболитов первой группы (углеводы, аминокислоты), а также гетероциклических соединений.	Уметь на основе полученных знаний, выбрать наиболее перспективный метод получения первичных метаболитов	Проверочные работы Контрольная работа Коллоквиум Лабораторные работы Тестирование Экзамен
ПК-7.3.- Владеть навыками применения полученных знаний для решения материаловедческих задач	Владеть способами создания технологий, их модернизации с учетом полученных знаний и задач материаловедения	Проверочные работы Контрольная работа Коллоквиум Лабораторные работы Тестирование Экзамен

Экзамен: 5 семестр

**Критерии оценки (в баллах):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможно-

стей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16** баллов выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

**Шкала оценивания:**

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично»;

**Рейтинг план дисциплины**

**Органическая химия биополимеров**

специальность «Химия, физика и механика материалов

курс 3 семестр 5

Количество часов по учебному плану 180, в т.ч. аудиторная работа 90 ч., ФКР – 1,2, самостоятельная работа студентов –34,8 ч.

Преподаватели: Куковинец Ольга Сергеевна, доктор химических наук, профессор,

Ямансарова Эльвира Талгатовна, кандидат химических наук, доцент

Кафедра: Техническая химии и материаловедение

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1 Углеводы</b>				
<b>Текущий контроль</b>	<b>10</b>		<b>0</b>	<b>10</b>
1. Аудиторная работа: активная работа на лекциях				
2. Тестовый контроль: написание проверочных работ	2	1	0	3
2.1. классификация и химия углеводов	2	1	0	2
2.2. Коллоквиум «Химия углеводов»	6	1	0	6
3. Выполнение лабора-	2	1	0	2



торных работ «Качественные реакции на углеводы»				
<b>Рубежный контроль</b>	<b>7</b>			<b>7</b>
Контрольная работа «Классификация и свойства углеводов»	7			7
<b>Модуль 2 Аминокислоты, белки</b>				
<b>Текущий контроль</b>	<b>12</b>		<b>0</b>	<b>12</b>
1. Аудиторная работа, активность работы на лекциях				
2. Тестовый контроль: написание проверочных работ	3	1		3
2.1. Аминокислоты, белки	3	1		3
2.2. Коллоквиум «Синтез и свойства аминокислот»	7	1		7
1. Лабораторные работы	2	1		2
<b>Рубежный контроль</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>13</b>
Контрольная работа «Синтез и свойства аминокислот и полипептидов»	<b>8</b>	1	0	8
Тест «Углеводы, аминокислоты и белки, как основные компоненты биосистем»	<b>5</b>	1	0	5
<b>Модуль 3 Химия гетероциклических соединений</b>				
<b>Текущий контроль</b>	<b>14</b>		<b>0</b>	<b>14</b>
1. Аудиторная работа: активная работа на лекциях				
2. Тестовый контроль: написание проверочных работ	4	2	0	4
2.1. Пятичленные гетероциклы	2	1	0	2
2.2. Шестичленные гетероциклы	2	1	0	2
2.3. Коллоквиум «Пятичленные и шестичленные гетероциклы»	8	1	0	2
3. Выполнение лабораторных работ.	2	1	0	2

<b>Рубежный контроль</b>	<b>14</b>			<b>14</b>
Контрольная работа «Методы получения и свойства гетероцикличе- ских соединений» Тест «Гетероциклы»	8 6	1 1	0 0	8 6
4. Посещение лекцион- ных занятий			0	-6
5. Посещение практиче- ских (семинарских, лабо- раторных) занятий			0	-10
Итоговый контроль	экзамен			30
Поощрительные баллы	10			
Подготовка презентации и доклад по теме пред- ложенной преподавате- лем	7	1	0	7
Составление задач	3	1	0	3

### Экзаменационные билеты

Экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Структура экзаменационного билета:

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса из разных разделов программы курса и задачу. И дополнительные вопросы

### Вопросы, выносимые на экзамен:

1. Углеводы
  - 1.1. Общая характеристика углеводов. Биосинтез в живой природе.
  - 1.2. Классификация углеводов. Номенклатура моноз
  - 1.3. Установление структуры углеводов на примере глюкозы и фруктозы.
  - 1.4. Построение D- и L- рядов из глицеринового альдегида
  - 1.5. Кольчато-цепные таутомерные превращения углеводов, мутаротация
  - 1.6. Реакции окисления углеводов
  - 1.7. Взаимодействие сахаров с гидроксиламином и фенилгидразином
  - 1.8. Реакции ацилирования и алкилирования сахаров
  - 1.9. Увеличение и уменьшение цепи сахаров
  - 1.10. Классификация олиго- и полисахаров. Дисахара, основные представители класса и их номенклатура
  - 1.11. Понятие «Инвертированный сахар»
  - 1.12. S-, N- и O-гликозиды
  - 1.13. Полисахара (крахмал, целлюлоза, хитин, хитозан, пектин)
2. Аминокислоты, полипептиды, белки
  - 2.1. Классификация аминокислот, номенклатура

- 2.2. Химический синтез  $\alpha$ -аминокислот. Методы получения  $\alpha$ -аминокислот в оптически чистом виде
- 2.3. Химический синтез  $\beta$ -,  $\gamma$ - и  $\delta$ -аминокислот
- 2.4. Кислотно-основные свойства аминокислот. Понятие об изоэлектрической точке
- 2.5. Реакции аминокислот с участием амино-группы . Защитные группы аминofункции.
- 2.6. Реакции аминокислот с участием карбоксильной группы
- 2.7. Реакции комплексообразования, поведение при нагревании, периодатное расщепление
- 2.8. Реакции аминокислот in vivo
- 2.9. Определение строения природных аминокислот
- 2.10. Полипептиды, белки, номенклатура. Понятие N- и C-концевых аминокислот.
- 2.11. Определение структуры полипептидов
- 2.12. Классический и твердофазный синтез полипептидов
- 2.13. Надмолекулярная структура белка и ее модификация, денатурация белка
3. Гетероциклические соединения
  - 3.1. Классификация и номенклатура гетероциклических соединений
    - 3.2. Методы синтеза пятичленных гетероциклов с одним гетероатомом в молекуле (фуран, пиррол, тиофен)
  - 3.3. Взаимопревращения фурана, пиррола и тиофена по Юрьеву
  - 3.4. Кислотно-основные свойства фурана, пиррола и тиофена
  - 3.5. Сравнение устойчивости, ароматичности и реакционной способности фурана, пиррола и тиофена
  - 3.6. Реакции электрофильного замещения в фуране, пирроле и тиофене
  - 3.7. Восстановление фурана, пиррола и тиофена, димеризация пиррола
  - 3.8. Функциональные производные фурана, пиррола и тиофена
  - 3.9. Индол, наиболее значимые производные, методы синтеза и химические свойства
  - 3.10. Азотсодержащие гетероциклы с несколькими гетероатомами в молекуле
  - 3.11. Пятичленные гетероциклы с различными гетероатомами в молекуле
  - 3.12. Пиридин. Методы его синтеза, химические свойства, фармакологически значимые производные
  - 3.13. N- окись пиридина
  - 3.14. Функциональные производные пиридина, особенности химического поведения
  - 3.15. Хинолин, изохинолин. Методы синтеза и химические свойства
  - 3.16. Пиридазин, пиримидин, пиазин и их производные
  - 3.17. Пуриновые и пиримидиновые основания, их роль в построении нуклеиновых кислот
  - 3.18. 1,3- и 1,4- диоксаны. Методы получения их производные.

### Пример задач:

#### Задача №1

Установите структуру соединения формулы  $C_5H_{10}O_4$  , имеющего в ИК-спектре полосы поглощения ( $\nu$ ,  $cm^{-1}$ ) при 1725, 2730 и 3500 входящего в состав нуклеиновых кислот. Получите из него пентен-3-овую кислоту.

#### Задача №2

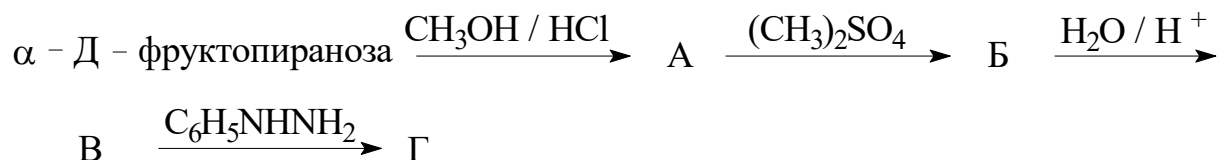
Установите структуру соединения формулы  $C_6H_{11}O_4N$ , имеющего в ИК-спектре полосы поглощения ( $\nu$ ,  $cm^{-1}$ ) при 3550, 3350, 1745, 1250, 1680, 1620 в ЯМР  $^1H$  спектре имеются сигналы ( $\delta$ , м.д.): 2,1 с (3H), 2,9 т (1H), 3,6 с (3H), 3,8 д (2H), 5,1 с (1H), 11,6 уш.с (1H). При нагревании этого соединения в подкисленном водно-ацетоновом растворе образуется соединение формулы  $C_3H_7O_3N$ . Напишите реакцию и что будет при взаимодействии последнего с  $HJO_4$ .  
Задача №3

Установите структуру соединения формулы  $C_6H_8S$ , имеющего в ЯМР  $^1H$  спектре ( $\delta$ , м.д.): два синглета при 2,3 и 7,13. В ЯМР  $^{13}C$  спектре содержатся три сигнала. Получите из данного соединения гидрохинон

### Пример дополнительных вопросов:

#### Задание 1

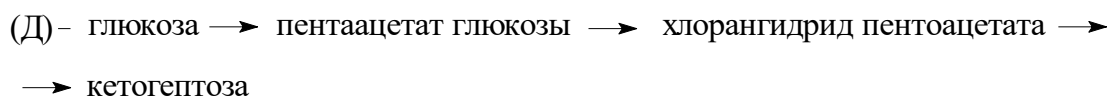
1. Каков механизм кольчато-цепных таутомерных превращений  $\alpha$ -D-глюкопиранозы в растворе
2. Крахмал образует комплекс с йодом. Какова его природа и почему при повышении температуры он разрушается
3. Что получится в результате следующих превращений



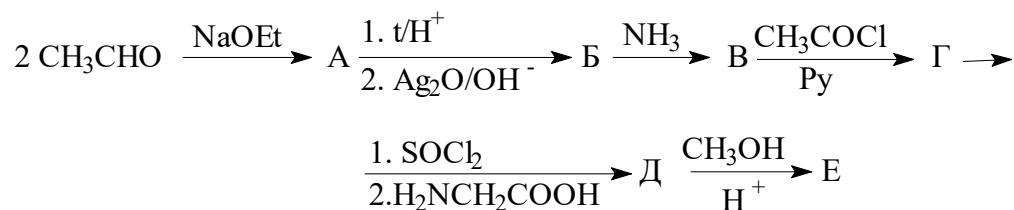
4. Предложите метод получения глицина из этанола
5. Из  $\gamma$ -аминомасляной кислоты получите тетрагидроазол
6. Известно, что вещество с эмпирической формулой  $C_3H_7NO_2$  растворяется в щелочах и кислотах, при реакциях с  $HNO_2$  выделяет азот, с этиловым спиртом в присутствии соляной кислоты дает соединение состава  $C_5H_{12}O_2NCl$ . Установите строение исходного соединения.
7. Каким образом из бутана можно получить  $\alpha$ -хлорметилтиофен
8. Чем объясняется усиление как кислых, так и основных свойств имидазола по сравнению с пирролом
9. Какое из соединений: 2,5-гександион или 3,4-динитро-2,5-гександион будут легче образовывать фуран при нагревании с  $P_2O_5$ . Почему?

#### Задание 2

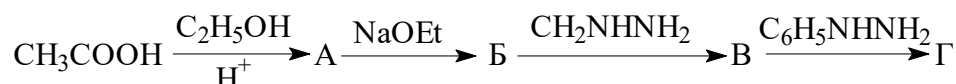
1. D-глицериновый альдегид перевести в винную кислоту. Что можно сказать об оптической активности полученной смеси
2. Крахмал и гликоген оба являются резервными полисахаридами. В чем состоит их отличие.
3. Как осуществить следующие превращения:



4. Напишите механизм получения аминокислот по Штреккеру. Какой субстрат необходимо взять для получения изолейцина
5. Из глутаминовой кислоты получите тетрагидроазол
6. Какие вещества получаются в результате следующих превращений



7. Из метанола получите 2-нитрофуран
8. Расположите в порядке увеличения устойчивости пиррол, имидазол, фуран, тиофен
9. Что получится в следующей цепочке превращений:



### Пример экзаменационного билета

**Башкирский государственный университет  
Инженерный факультет  
Кафедра «Техническая химия и материаловедение»**

**Дисциплина «Органическая химия биополимеров», 3 курс,  
направление «Химия, физика и механика материалов»  
профиль  
Современные материалы для медицины и промышленности**

#### Экзаменационный билет № ...

1. Дать определение и характеристику природных соединений. Привести примеры. Роль природных соединений в современной жизни.
  2. Реакции электрофильного замещения в пиридине.
- Задача.. Установите структуру соединения формулы  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4$ , имеющего в ИК-спектре полосы поглощения ( $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ ) при 1725, 2730 и 3500 входящего в состав нуклеиновых кислот. Получите из него пентен-3-овую кислоту.

Составитель: д.х.н., проф.

Куковинец О.С.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.А.Мухамедзянова

Утверждено на заседании кафедры ТХиМ

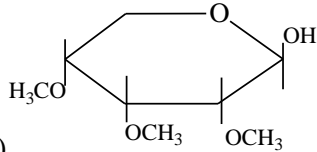
### Критерии оценки:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

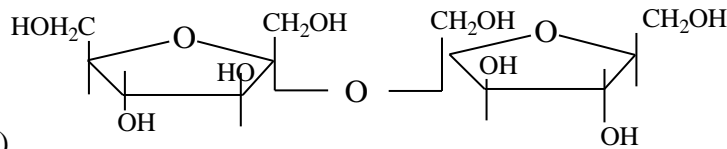
### Примеры проверочных работ: Углеводы:

#### Вариант 2

1. Назвать соединения:



а)



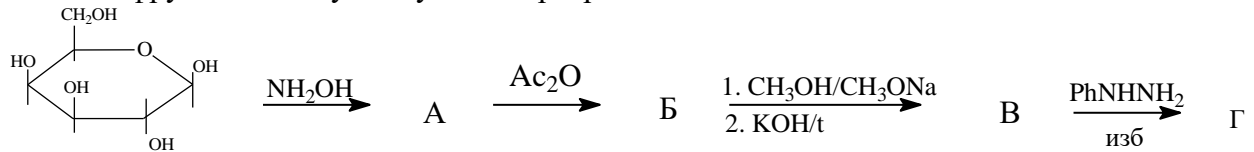
б)

2. Построить структурные формулы:

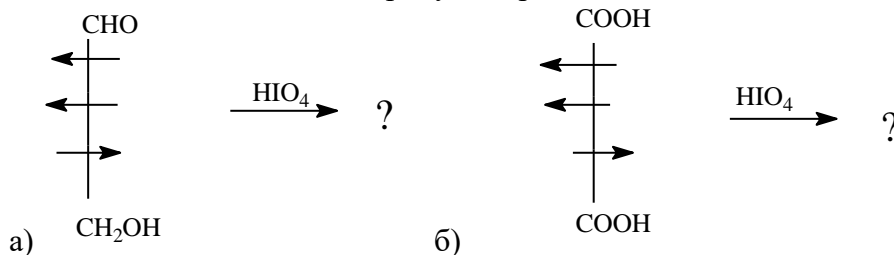
а)  $\beta$ -D-галактометилпиранозида;

б)  $\beta$ -D-ксилофуранозы и  $\alpha$ -D-метилксилофуранозида, связанных O-(1,6) гликозидной связью.

3. Расшифруйте цепочку следующих превращений:



4. Каков конечный состав продуктов реакции



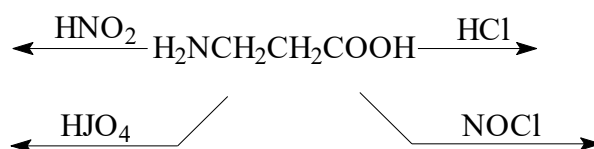
4. Как из D-арабинозы получить D-сорбит?

5.

### Аминокислоты:

#### Вариант 1

1. Предложите метод получения  $\alpha$ -аминопропионовой кислоты из этанола
2. Что получится в результате следующих превращений?

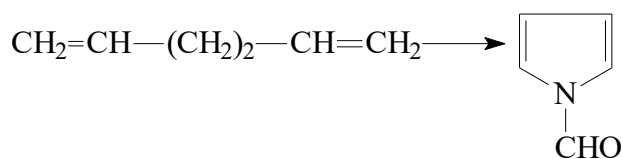


3. Установите строение соединения формулы  $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2$ , если известно, что оно взаимодействует с  $\text{HNO}_2$ , давая соединение формулы  $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3$ , а при обработке  $\text{KMnO}_4/\text{t}$  дает бензойную кислоту.
3. Предложите метод синтеза  $\beta$ -амино- $\beta$ -гидроксивалериановой кислоты из циклопентена.

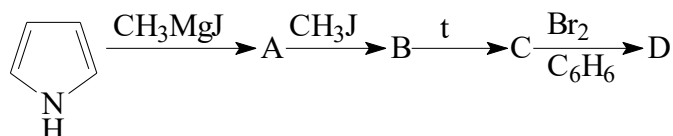
### Пятичленные гетероциклы:

#### Вариант 5

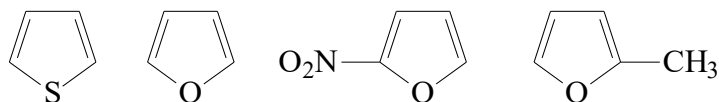
1. Осуществите синтез



2. Что получится в результате следующих превращений



3. Расположите следующие соединения в ряд по увеличению активности в реакциях электрофильного замещения

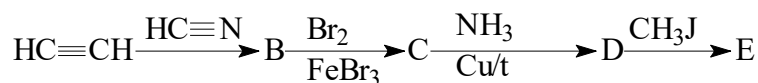


4. Установите структуру соединения формулы  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}$ , которое при взаимодействии с избытком азотной кислоты может образовывать соединение формулы  $\text{C}_6\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_5$

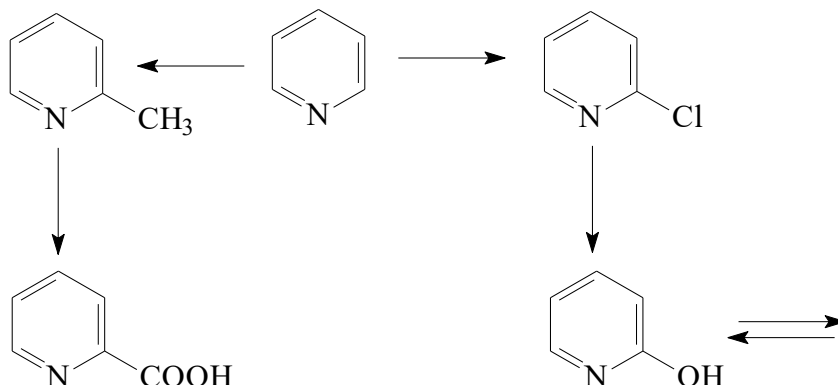
### Шестичленные гетероциклы:

#### Вариант 6

1. Что получится в результате следующих превращений:



2. Как осуществить следующие превращения:



3. Какое из соединений – пиридин или пиррол легче образует соли с HCl и почему?  
 4. Предложите метод синтеза пиримидина из уксусной кислоты и неорганических реагентов

### Критерии оценки:

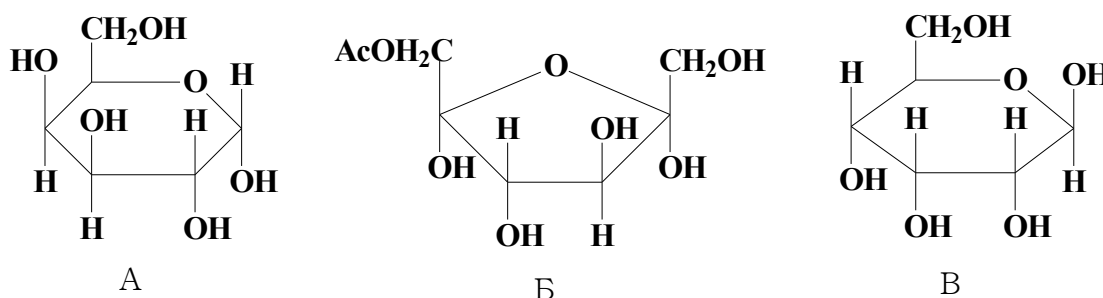
Работа оценивается в % от выполненного объема задания, 100% – количество баллов, указанных в рейтинг плане

### Пример контрольных работ:

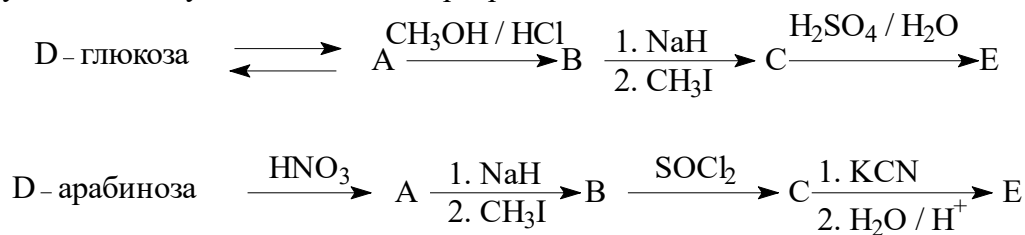
#### Контрольная работа №1

#### «Моно-, олиго- и полисахариды» Вариант 1

1. Назовите следующие соединения:



2. Что получится в следующих цепочках превращений:



3. Предложите схемы синтеза 2,4-гексадиен-1,6-диовой кислоты из глюкозы.



4. С помощью, каких реакций можно различить фруктозу и ксилозу.
5. Что получится при взаимодействии  $\alpha$ -D-глюкопиранозы:
- $\text{CH}_3\text{OH}/\text{HCl}$ ;
  - $\text{NH}_2\text{NHC}_6\text{H}_5$ ;
  - $\text{HI}$ .
6. Определите структуру соединения брутто-формулы  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , если известно, что оно вступает в реакцию этерификации с 1 молем  $\text{CH}_3\text{OH}$  в присутствии  $\text{HCl}$ , при действии  $\text{HIO}_4$  дает один моль  $\text{CO}_2$ , 3 моль  $\text{HCOOH}$ , 2 моль формальдегида и воду.
7. Как можно доказать, что амилопектин имеет разветвленное строение?
7. Установите структуру соединения формулы  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ , имеющего в ИК спектре полосы поглощения при 1725, 2870, 3540  $\text{cm}^{-1}$ . В ЯМР<sup>1</sup>H спектре имеются сигналы OH и –СНОН протонов, а также уширенный синглет при 9,6 м.д.

### Критерии оценки:

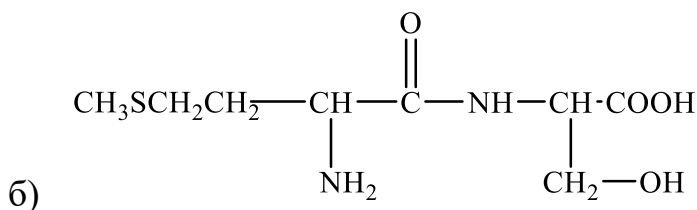
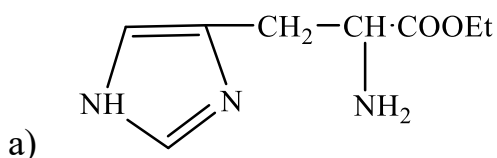
Работа оценивается в % от выполненного задания

91 - 100% - 7 баллов, 81-90% -6 баллов, 71-80% -5 баллов, 61-70% -4 балла, 51-60% -3 балла, 41-50% -2 балла, 21-40% -1 балл

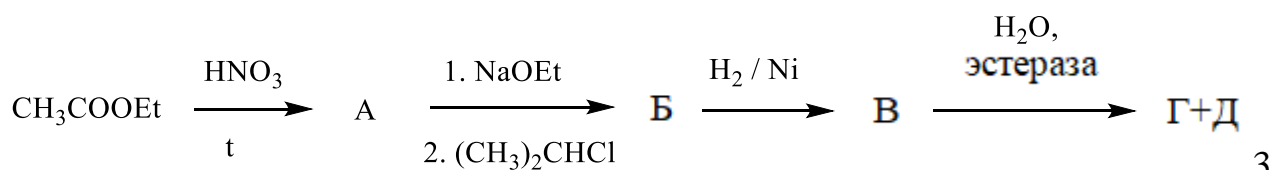
## АМИНОКИСЛОТЫ

### Вариант 3.

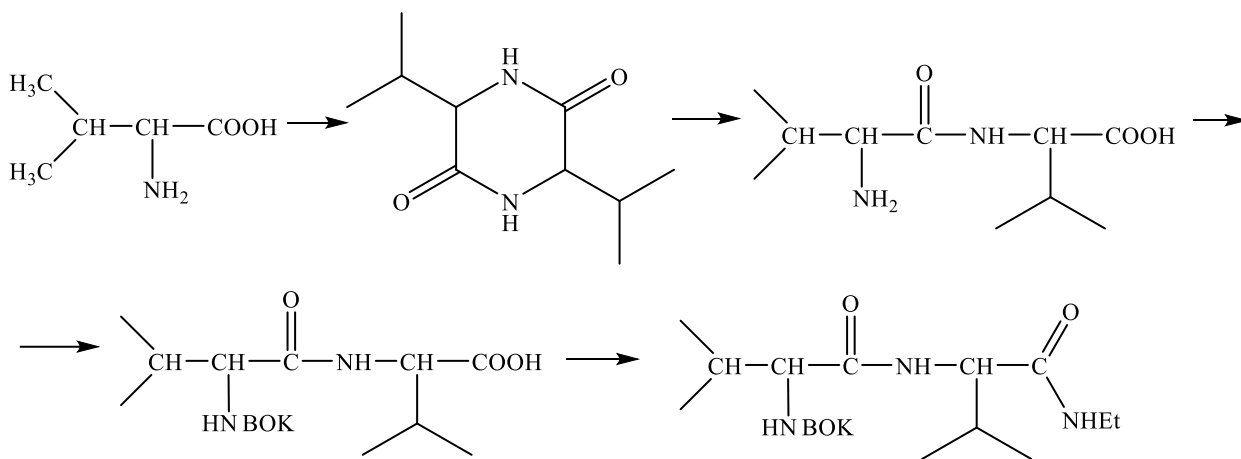
1. Назвать соединения:



2. Что получится в результате следующих превращений?



Как осуществить следующие превращения?



4. Синтезируйте аспарагиновую кислоту из циклогексана.

5. Синтезируйте трипептид, состоящий из цистеина, изолейцина и триптофана, если в цепи они связаны: Илей-цис-SH-Три.

6. Определите структуру соединения состава: % С 40,33; % Н 7,56; % О 40,34; % N 11,76, обладающего амфотерными свойствами, при обработке  $\text{HIO}_4$  (избыток, нагревание) образует уксусный альдегид, муравьиную кислоту,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ .

7. Установите структуру трипептида, если полный гидролиз даёт набор следующих аминокислот: у-аминомасляная, аланин, глицин. Обработка трипептида реактивом Сэнджера и последующий гидролиз даёт соединение  $\text{C}_8\text{H}_7\text{N}_3\text{O}_6$ , а С-концевая аминокислота не участвует в биосинтезе белка человека.

8. Установите структуру соединения  $\text{C}_4\text{H}_9\text{O}_3\text{N}$ , имеющего в ПМР-спектре сигналы: 3.2 т (1Н), 3.6 д. (2Н), 5.21 уш.с. (1Н), 1.8 уш.с. (2Н) и 3.9 с (3Н).

**Критерии оценки:**

**Работа оценивается в % от выполненного задания**

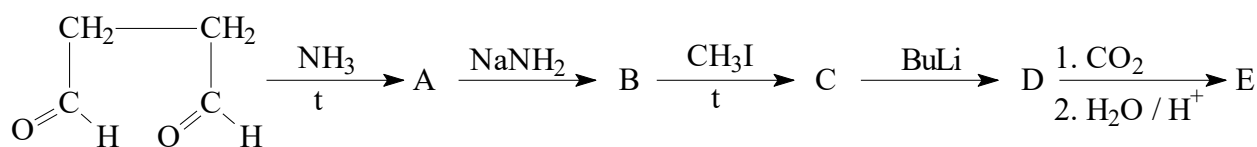
91 - 100% - 8 баллов, 81-90% -7 баллов, 71-80% -6 баллов, 61-70% -5 балла, 51-60% -4 балла, 41-50% -3 балла, 31-40% -2 балла, 11-30% -1 балл

ГЕТЕРОЦИКЛЫ

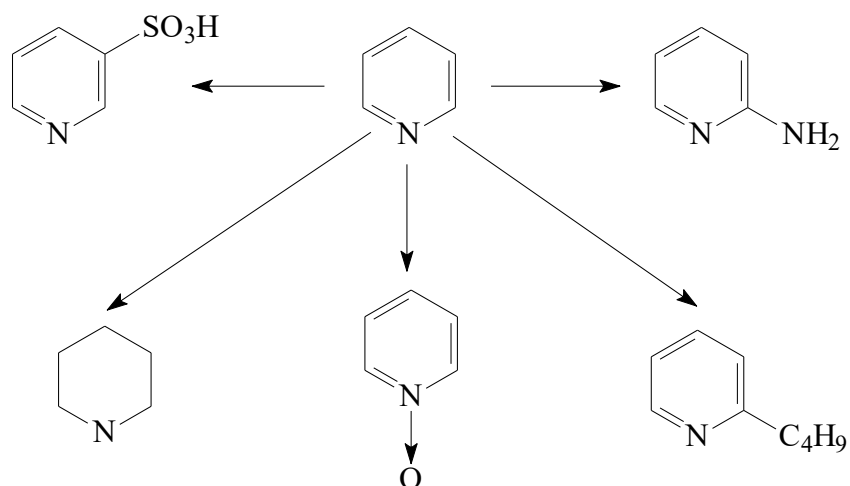
**Вариант 4**

1. Получите 2,5-диэтилфуран из пропилового спирта.

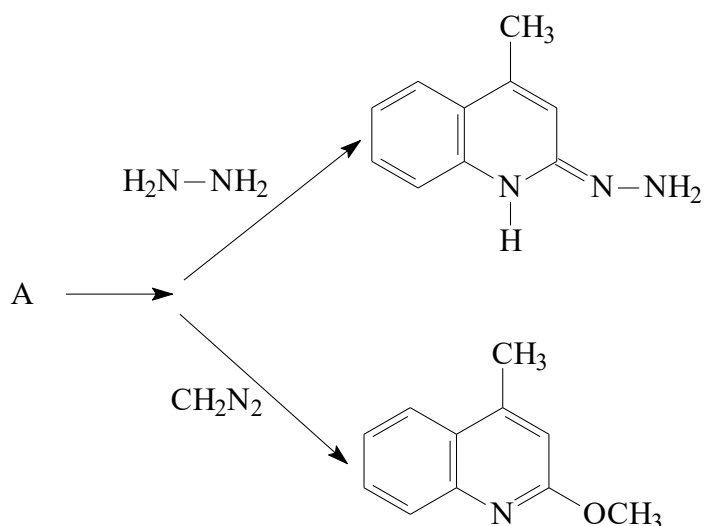
2. Укажите продукты реакции:



3. Проставьте реагенты над стрелками:



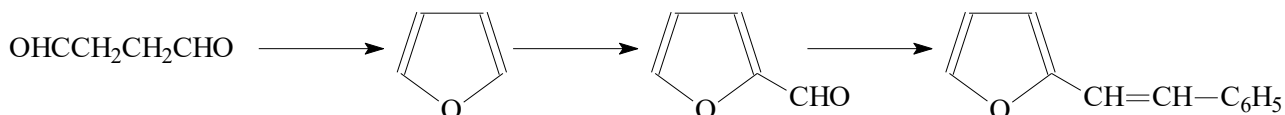
4. Назовите исходное вещество (А) и объясните образование приведенных ниже соединений.



5. Какой из гетероциклов – фуран, тиофен или пиррол – более всего напоминает бензол по своей устойчивости. Ответ мотивируйте.

6. Сравните активность в реакциях нуклеофильного замещения пиррола, бензола, пиридина, 2-хлорпиридина.

7. Как осуществить следующие превращения:



8. Установите структуру соединения формулы:  $C_6H_6SO$  гидрирование которого приводит к соединению формулы  $C_6H_{12}O$ , имеющему в ИК-спектре полосу поглощения ( $\nu$ ,  $cm^{-1}$ ): 1710. В ЯМР  $^1H$  спектре имеются сигналы ( $\delta$ , м.д.): т. 0,89; м. 1,2-1,4; с. 2,1; т.2.4.

#### Критерии оценки:

Работа оценивается в % от выполненного задания

91 - 100% - 8 баллов, 81-90% -7 баллов, 71-80% -6 баллов, 61-70% -5 балла, 51-60% -4 балла, 41-50% -3 балла, 31-40% -2 балла, 11-30% -1 балл

### Пример лабораторной работы:

#### Лабораторная работа № ...

#### Определение белка по методу Лоури.

##### Оборудование:

1. круглодон. колба на 200-250 мл.
2. обратный холодильник.
3. печька.
4. мерный цилиндр: 100мл и 20мл
5. пипетка на 2 мл.
6. бюретка на 25 мл.
7. мерный стакан
8. фильтр Шота
9. 13 пробирок.

##### Реактивы:

- A. 2%-ый  $Na_2CO_3$  в 0,1 н NaOH.
- B. 0,5%-ый  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  в 1%-ом р-ре виннокислого натрия
- C. 50мл A + 1 мл B
- D. разбавленный реагент Фолина
  1. 100 г  $Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$
  2. 25 г  $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$
  3. 50 мл 85%-ой  $H_3PO_4$
  4. 100 мл HCl(конц.)
  5. 150 г  $Li_2SO_4$
  6. 1 н NaOH

#### Ход работы

Реагент Фолина готовится следующим образом:

5 г  $Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$  и 1,2 г  $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$  растворяют в 35 мл дист. воды, прибавляют 2,5 мл 85%-ой  $H_3PO_4$  и 5 мл конц. HCl. Смесь кипятят с обратным холодильником 10 ч., затем добавляют 7,5 г  $Li_2SO_4$ , 2,5 мл воды и несколько капель брома. для удаления избытка брома смесь кипятят без холодильника. После охлаждения раствор фильтруют и хранят в темной склянке. Раствор Фолина титруют 1 н раствором гидроксида натрия до перехода окраски по фенолфталеину и разбавляют водой из того расчета, чтобы раствор имел 1 н кислотность. Для этого раствор разбавляется примерно в 2 раза

#### Приготовление исходного раствора белка.

Для приготовления исходного раствора белка взвешивают на технических весах 0.1 г стандартного белка и растворяют в 100 мл дист. воды. При необходимости раствор фильтруют.

#### Приготовление растворов с меньшей концентрацией белка.

Из исходного раствора методом разведения готовят растворы с меньшим содержанием белка в соответствии со следующей таблицей:

1. Исходный раствор	-100 единиц белка
2. 8 мл раствора 1+2 мл воды	- 80 единиц белка
3. 7 мл раствора 1+3 мл воды	- 70 единиц белка
4. 6 мл раствора 1+4 мл воды	- 60 единиц белка

5. 5 мл раствора 1+5 воды	- 50 единиц белка
6. 5 мл раствора 2+5 мл воды	-40 единиц белка
7. 5 мл раствора 3+5 мл воды	-35 единиц белка
8. 5 мл раствора 4+5 мл воды	-30 единиц белка
9. 5 мл раствора 5+5 мл воды	-25 единиц белка
10. 5 мл раствора 6-1-5 мл воды	-20 единиц белка
11. 5 мл раствора 8+5 мл воды	-15 единиц белка
12. 5 мл раствора 10+5 мл воды	-10 единиц белка
13. 3 мл раствора 11+6 мл воды	-5 единиц белка

### Проведение анализа.

1.6 мл испытуемого раствора белка и 2 мл раствора С перемешивают и оставляют на 10 минут при комнатной температуре. Затем добавляют 0.2 мл раствора D, очень быстро перемешивают (в течение 1-2 с) и оставляют на 30- 40 минут при комнатной температуре для развития окраски. По истечении времени интенсивность окраски образовавшегося комплекса проверяют на КФК-2 при красном светофильтре при  $\lambda=760$  нм. Содержание белка определяют по калибровочной кривой.

### Выделение белков. Экстракция и осаждение белков.

Изучение белков любого биологического материала начинается с выделения и хотя бы частичной очистки.

#### Основные этапы выделения и очистки белков следующие:

1. Разрушение клеточной структуры материала: измельчение, гомогенизация.  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .
  2. Экстракция белков. Подбор режима экстракции позволяет избирательно перевести в раствор разные группы белков.
  3. Осаждение белков.
    - а. Осаждение белков трихлоруксусной кислотой (ТХУ) позволяет отделить белки от пептидов и аминокислот (белковый азот отделяется от небелкового азота). При этом происходит необратимая денатурация белков.
    - б. В нативном состоянии белки обычно осаждают сульфатом аммония. Разные группы белков осаждаются при разных концентрациях  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  При ступенчатом осаждении можно выделить отдельные белковые фракции, например, фракцию белков, обладающую ферментативной активностью.
    - в. Избирательное осаждение белков можно провести при изменении рН белкового раствора (осаждение в изоэлектрической точке). При этом способе осаждения обычно сохраняется нативная структура белков как в осадке, так и в надосадочной жидкости.
    - г. Тепловая обработка может применяться для осаждения термолабильных белков, в том случае, если не стоит задача сохранения нативной структуры белка.
  4. Очистка белков с использованием современных физико-химических методов позволяет получить индивидуальные белки в нативном состоянии.
- Все операции по выделению белков контролируются по выходу белка и по его активности.

### Материалы и методы

1. Пшеница, горох, клубни картофеля.
2. 0,1н HCl
3. Трихлоруксусная кислота — 10% -ный раствор.
4. 0,35% -ный раствор соды.
5. Реактивы для определения белка по Лоури.

### Этапы выделения:

1. Зерно измельчают на лабораторной мельничке, клубни картофеля измельчают на тёрке и отжимают сок.
2. Экстракцию белков из зернового сырья осуществляют водой или раствором соды. 10 г измельченного материала экстрагируют 150 мл выбранного экстрагента при интенсивном перемешивании на мешалке в течение 3 минут. Растворенные белки отделяют от осадка центрифугированием. Надосадочную жидкость используют в опытах по осаждению белков.

### Осаждение белков раствором ТХУ

В пробирки вносят растворы в количествах, указанных в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Раствор белка, мл	H <sub>2</sub> O, мл	ТХУ, мл	Кратность разведения исходного раствора	Показание КФК	Содержание белка, мг/мл	
						в надосадочной жидкости	в осадке
1	5	5	0				
2	5	4	1				
3	5	3	2				
4	5	2	3				
5	5	0	5				

Содержимое пробирок встряхивают и оставляют на некоторое время для формирования осадка. Если осадок не формируется, пробирки прогревают в воде с температурой 30-40°C. В надосадочной жидкости после фильтрации определяют содержание белка по методу Лоури. При необходимости испытуемый раствор разводят в 2 или 3 раза. Для определения присутствия белка в надосадочной жидкости используют биуретовую реакцию. Для биуретовой реакции используется 10% -ный раствор NaOH и 2% -ный раствор CuSO<sub>4</sub> : 5 капель надосадочной жидкости наливают в пробирку, туда же добавляют 5 капель раствора NaOH и по стенке медленно вливают 1 — 2 капли CuSO<sub>4</sub>. Если белок присутствует в надосадочной жидкости, то растворы окрашиваются в красно — фиолетовый цвет.

### Осаждение белков при изменении pH среды

В пробирки вносят растворы в количествах, указанных в табл. 2

Таблица 2

№ п/п	Раствор белка, мл	H <sub>2</sub> O, мл	0,1 н HCl, мл	Кратность разведения исходного раствора	Показание КФК	Содержание белка, мг/мл
1	5	5	0			
2	5	3	2			
3	5	2	3			
4	5	1	4			
5	5	0	5			

В пробирки с раствором белка вначале вносят заданное количество соляной кислоты, содержимое пробирок встряхивают и оставляют на несколько минут для формирования осадка. Затем вносят необходимое количество воды для компенсации объема. Пробирки повторно встряхивают и содержимое фильтруют через сухой фильтр. В фильтрате определяют белок по Лоури или по биуретовой реакции.

### Критерии оценки:

1 балл выставляется студенту, если он выполнил и аккуратно оформил лабораторную работу

### Вопросы и задачи на коллоквиумы:

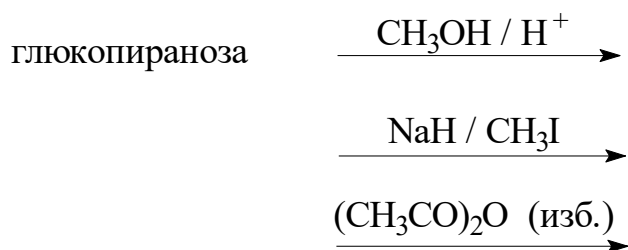
### Химия углеводов:

- 1) Классификация сахаров
- 2) Моносахариды
- 3) Альдо- и кетосахароза, принадлежность к D- и L- ряду относительно глицеринового альдегида.
- 4) Кольчато-цепные таутомерные превращения сахаров, мутаротация.
- 5) Реакции окисления и восстановления углеводов
- 6) Реакции окисления и восстановления углеводов.
- 7) Ацилирование, Алкилирование, реакция удлинения и укорочения цепи.
- 8) Образование фенилгидразонов, озаонов и оксимов.
- 9) Ди- и полисахариды
- 10) Восстанавливающие и невосстанавливающие сахара
- 11) Целлюлоза
- 12) Крахмал

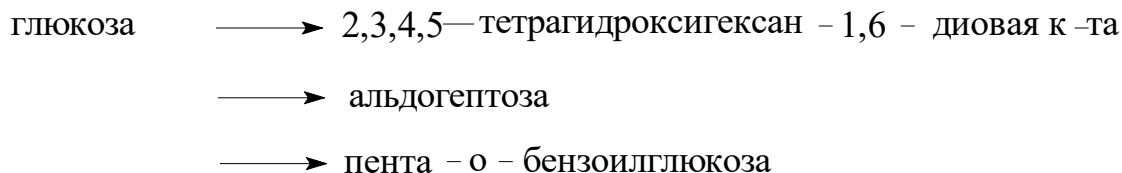
«Химия углеводов»

Вариант №2

1. Что образуется в результате следующих превращений



2. Как осуществить следующие превращения:



3. Как из сахарозы получить эквимольную смесь гентановой кислоты и изогептана

4. Напишите структурную формулу этил- 0-1,4- ( $\alpha$ -D-глюкопиранозил)- $\alpha$ -D-глюкопиранозида.

Задача № 5. Установите структуру соединения формулы  $C_4H_8O_4$ , имеющего в ИК спектре полосы поглощения при 1725, 2780 и 3450  $cm^{-1}$ , а в ЯМР  $^1H$  спектре присутствуют триплет при 3,4 м.д., дублет при 3,8 м.д., мультиплет в области 4,7 – 5,3 м.д., дублет при 9,6 м.д.

### Аминокислоты, полипептиды, белки

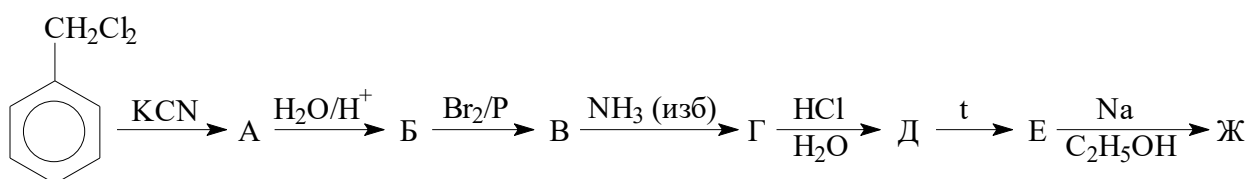
1. Номенклатура, классификация, стереохимия.
2. Методы синтеза аминокислот
  - а) Синтез  $\alpha$ -аминокислот из альдегидов и кетонов, галоген- и кетокاربонновых кислот.
  - б) Синтез  $\alpha$ -аминокислот из малонового, ацетоуксусного и нитроуксусного эфира.
  - в) Синтез аминокислот с использованием реакции восстановления оксимов, гидразонов.
  - г) Синтез аминокислот по Габриэлю.
  - д) Специфические методы синтеза  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ -аминокислот.
3. Кислотно-основные свойства аминокислот, изоэлектрическая точка.
4. Химические свойства аминокислот.
  - а) Образование солей, эфиров и амидов.
  - б) Реакция с галогидными алкилами, азотистой кислотой,  $PCl_5$ , реактивом Сэнгера.
  - в) Поведение аминокислот при нагревании.
  - г) Реакции аминокислот *in vivo*.
  - д) Приемы определения строения природных аминокислот.
5. Пептиды
  - а) классификация пептидов, названия концевых групп.
  - б) Определение структуры пептидов.
  - в) Синтез пептидов.
  - г) Понятия о вторичной и третичной структуре белков.
  - д) Функции белков и качественные реакции на белки.

### Задачи к коллоквиуму

#### «Аминокислоты, белки»

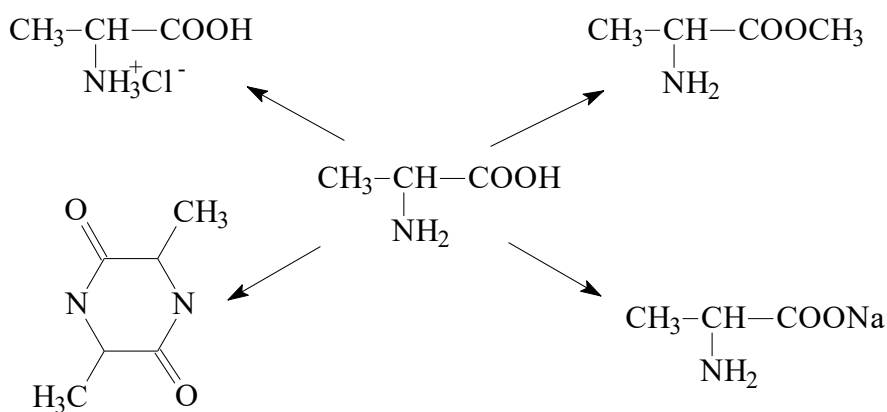
#### Вариант 8

1. Какие вещества получаются в результате следующих превращений



2. Как осуществить следующие превращения





- Установите строение соединения состава  $\text{C}_4\text{H}_9\text{O}_2\text{N}_2$ , если оно реагирует как с кислотами так и со щелочами, не обладает оптической активностью, при реакции с  $\text{HNO}_2$  образует соединение состава  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_3$ , а при нагревании дает внутренний амид.
- Предложите путь синтеза фенилглицина из толуола используя реакцию его нитрования по Коновалову.
- Установите структуру соединения формулы  $\text{C}_8\text{H}_{15}\text{NO}_3$ , имеющего в ИК спектре полосы поглощения при 1660, 1690, 1735, 1250, 3240  $\text{cm}^{-1}$ . В ЯМР  $^1\text{H}$  спектре присутствуют дублет при 1.22 м.д., мультиплет при 1.36 м.д., синглет при 2.1 м.д., дублет при 4.07 м.д., синглет при 3.6 м.д., уширенный синглет при 13.3 м.д.

## Химия гетероциклических соединений

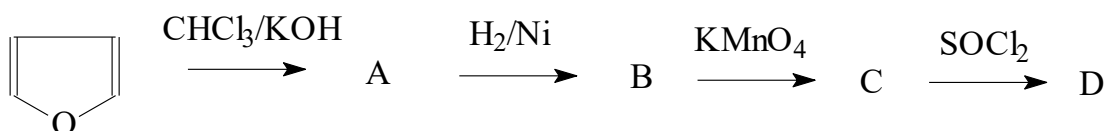
1. Общая классификация гетероциклов и их электронная конфигурация
2. Пятичленные гетероциклы:
  - а) методы синтеза фурана, пиррола, тиофена
  - б) химические свойства пиррола
  - в) химические свойства фурана
  - г) химические свойства тиофена
  - д) синтез альдегидо- и алкилпроизводных тиофена, фурана, пиррола и их свойства
  - е) методы синтеза и основные реакции индола
  - ж) пиразол и тиазол
  - з) оксазол и тиазол
3. Шестичленные гетероциклы:
  - а) пиридин, строение, кислотно-основные свойства
  - б) методы синтеза пиридина
  - в) N-окись пиридина, ее синтез и свойства
  - г) реакции окисления и восстановления пиридина и его производных
  - д) методы синтеза и особенности поведения 2-амино- и 2-гидрокси-производных пиридина
  - е) реакции электрофильного замещения в пиридине
  - ж) нуклеофильное и радикальное замещение для пиридина
  - з) хиолин, синтез и его основные реакции
  - и) полигетероароматические системы
  - к) конденсированные гетероциклы с гетероатомами в нескольких циклах (пурин, кофеин, теобромин, пиридин)

Задачи к коллоквиуму

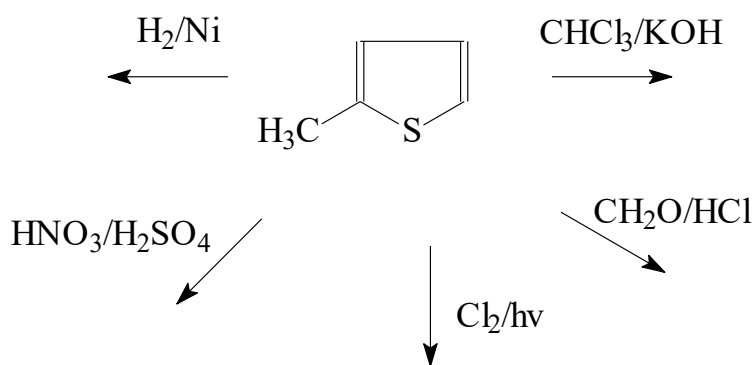
### Задачи к коллоквиуму

#### Вариант №1

1. Определите гибридизацию атомов азота в молекуле имидазола. Как можно объяснить увеличение кислотных свойств в данном соединении.
2. Что получится в следующей цепочке превращений:



3. Предложите метод синтеза 2,3,5-триметилиндола из бензола и других необходимых соединений алифатического ряда.
4. Что получится в следующих превращениях:



5. Сравните по реакционной способности в реакциях электрофильного замещения пиррол, тиофен, 2-метилфуран, пиридин.
6. Установите структуру соединения формулы  $\text{C}_6\text{H}_7\text{NO}$ , имеющего в ИК-спектре полосы поглощения при  $3280, 1700 \text{ см}^{-1}$ . В ЯМР  $^1\text{H}$  спектре присутствуют синглет при 2.1 м.д., дублет при 6.37 м.д., мультиплет при 6.18 м.д., дублет при 7.03 м.д.

### Тесты:

**Тест № 1 «Углеводы, аминокислоты и белки как основные компоненты биосистем»  
проводится в личном кабинете**

<https://cabinet.bashedu.ru/tests/dev/quiz/view/1680>

**Тест № 2: Основы химии гетероциклических соединений,**

<https://cabinet.bashedu.ru/tests/dev/quiz/view/2029>

Работа оценивается автоматически в личном кабинете

### Вопросы для подготовки к тесту, «Основы химии гетероциклических соединений»

В какой группе перечислены моноциклические соединения?

- а) пиррол, индол, тиазол
- б) изохинолин, пиридин, фуран
- в) имидазол, тиофен, изоксазол
- г) хинолин, пиримидин,  $\gamma$ -пиколин

2. В какой группе перечислены только моногетероциклические соединения?

- а) пиридин, имидазол, пиримидин
- б) тиофен, тиазол, оксазол
- в) индол, хинолин, фуран
- г) пиридин, изоксазол, тиазол

3. Какое исходное соединение не используют в синтезе гетероциклических соединений?

- а) бутан
- б) ацетилен
- в) гександион-2,5
- г)  $\beta$ -аминомасляную кислоту

4. Катализатором превращения ацетиленов в гетероциклические соединения служит?

- а)  $\text{Al}_2\text{O}_3$

- б) Ni
- в) Pt
- г) Si<sub>2</sub>O

5. Какой гетерацикл не получают из слизевой кислоты?

- а) пиримидин
- б) фуран-2-карбоновую кислоту
- в) пиррол
- г) фуран

6. Реакция Юрьева-это?

- а) синтез пиррола из ацетилена
- б) взаимопревращения пятичленных гетероциклов (фуран, пиррол, тиофен)
- в) синтез индола
- г) нитрование фурана

7. Какой из гетероциклов не относится к С-Н-кислоте

- а) фуран
- б) тиофен
- в) пиррол
- г) α-метилпиридин

8. Какой реагент можно использовать для нитрования фурана?

- а) CH<sub>3</sub>COONO<sub>2</sub>
- б) HNO<sub>3</sub> (к)
- в) HNO<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (к)
- г) HNO<sub>3</sub>(p-p)

9. Серной кислотой можно сульфировать?

- а) пиррол
- б) фуран
- в) тиофен
- г) 2,5-диметилфуран

10. Реакция электрофильного замещения в индоле идет по положению:

- а) 2
- б) 3
- в) 4
- г) 7

11. Триптофан, триптамин, серотонин, индиго являются производными:

- а) хинолина
- б) индола
- в) изохиалина
- г) пурина

12. Конденсация бутадиена с ацетонитрилом используется в синтезе

- а) метилпиррола
- б) α-метилпиридина
- в) γ-метилпиридина
- г) изохинолина

13. N-Окись пиридина является устойчивой структурой, потому что:

- а) содержит два гетероатома
- б) представляет собой цвиттер-ион
- в) склонна к образованию большого числа резонансных структур
- г) является шестичленным гетероциклом

14. Реакции электрофильного замещения в пиридине проходят:

- а) легко и идут в третье положение кольца
- б) проходят трудно и идут в третье положение кольца
- в) идут во второе и четвертое положения кольца
- г) не проходят

15. Для какого гетероциклического соединения не характерны реакции нуклеофильного замещения

- а) пиридин

- б) хинолин
- в) 3-карбоксопиридин
- г) фуран

16. Какой реагент нужно использовать для перевода  $\lambda$ -пиколина в  $\alpha$ -формилпиридин

- а)  $\text{NH}_3$ /жидкий
- б)  $\text{O}_2, \text{V}_2\text{O}_5, t$
- в)  $\text{KMnO}_4, t$
- г)  $\text{C}_4\text{H}_9\text{Li}$

17. Какой набор реагентов необходим для получения хинолина по Скраупу

- а) анилин, глицерин, нитробензол,  $\text{FeSO}_4, \text{H}_2\text{SO}_4$
- б) анилин, глицерин, бензол,  $\text{FeSO}_4, \text{H}_2\text{SO}_4$
- в) анилин, пропанол-2, нитробензол,  $\text{FeSO}_4, \text{HCl}$
- г) анилин, пропанол-2, бензол,  $\text{FeSO}_4, \text{HCl}$

18. Какое условие является необходимым при синтезе индола из анилина и карбонильного соединения по Фишеру.

- а) наличие альдегидной группы
- б) содержание в цепи карбонильного соединения не менее трех атомов углерода
- в) наличие водорода в  $\alpha$ -положении к карбонильной группе
- г) никаких ограничений нет

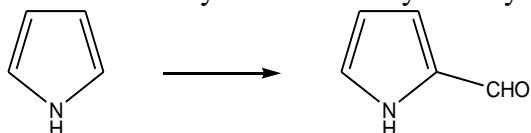
19. Последовательные реакции гидролиза подкисленной водой и последующего термолиза используются для получения:

- а) гетероциклов пятичленных из 1,4-дикарбонильных соединений
- б) синтез фурфурола из пентозанов
- в) синтез тиофена из бутана
- г) синтез фурана из 1,4-бутандиола

20. Какой реагент вы используете для получения монохлорпроизводного фурана?

- а)  $\text{Cl}_2$ ; диоксан
- б)  $\text{Cl}_2/\text{H}_2\text{O}$
- в)  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$
- г)  $\text{Cl}_2/h\nu$

21. В каком случае вы не получите нужный продукт?



- а)  $1) \text{CH}_3\text{MgI}; 2) \text{HCOOC}_2\text{H}_5, \text{O}^\ominus\text{C}$
- б)  $1) \text{CH}_3\text{MgI}; 2) \text{HCOOC}_2\text{H}_5, t$
- в)  $\text{HCN}, \text{HCl}, \text{H}_2\text{O}$
- г)  $\text{CHCl}_3, \text{OH}^-$

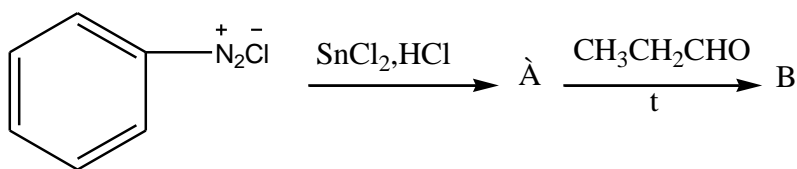
22. В каком ряду соединения расположены по увеличению их устойчивости?

- а) фуран > пиррол > тиофен
- б) бензол > пиридин > имидазол
- в) бензол > тиофен > фуран
- г) пиррол > имидазол > пиразол

23. Порфириновое кольцо входит в состав гема-крови. Какую реакцию можно использовать для его конструирования?

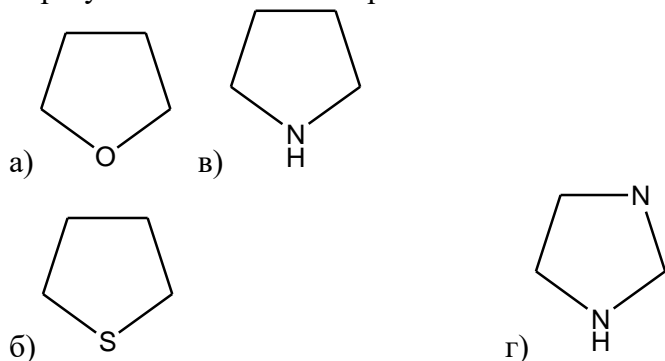
- а) пиррол +  $\text{CH}_2\text{O} + \text{H}^+ / t$
- б) пиррол +  $\text{CH}_2\text{O}, \text{H}^+ + \text{FeCl}_3 / t$
- в) пиррол +  $\text{HCOOH} / t$
- г) 2-формилпиррол +  $\text{CH}_2\text{O} / t$

24. Что получится в результате последовательно проведенных превращений? (вещество Б)

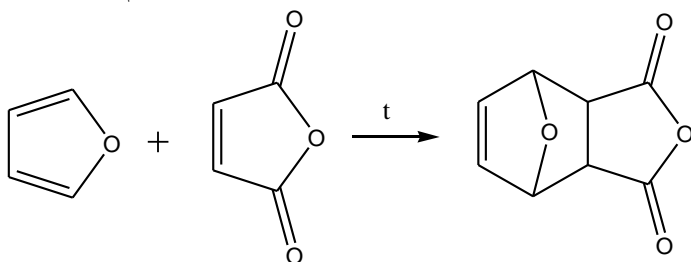


- а) 3-метилендол  
 б) 2-метилендол  
 в) хинолин  
 г) изохинолин

25. При гидрировании пятичленных гетероциклов водородом в присутствии катализатора образуется? Укажите неверный ответ.



26. Реакция



доказывает?

- а) фуран является наименее ароматичным и способен вступать в реакции диенового синтеза  
 б) фуран устойчивое соединение  
 в) метод синтеза конденсированных систем  
 г) устойчивость малеинового ангидрида.

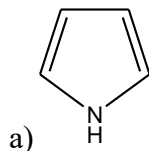
27.  $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2\text{N}^+\equiv\text{N}^-$  Данная реакция используется в синтезе

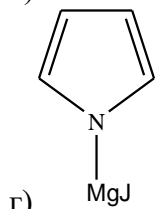
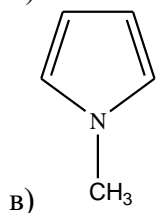
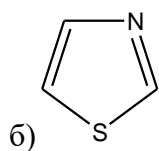
- а) имидазола  
 б) пиррола  
 в) пиразола  
 г) 4,5-дигидропиразола

28. Реакция взаимодействия эфиров малоновой кислоты с фенилгидразином лежит в основе формирования?

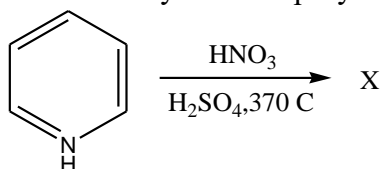
- а) имидазолов  
 б) индолов с гормональной активностью  
 в) пиразолонов с анальгетической активностью  
 г) не используется в синтезе гетероциклов

29. В каком из гетероциклов азот способен проявлять основные свойства?





30. Что получается в результате реакции



а) 2-нитропиридин

б) 3-нитропиридин

в) 4-нитропиридин

г) N-нитропиридин

31. Действием натрия в спирте пиридин восстанавливается до

а) 1,4-дигидропиридина

б) 1,2-дигидропиридина

в) ниперидина

г) не восстанавливается

32. Пиридин трудно вступает в реакции электрофильного замещения. Однако некоторые заместители настолько активизируют кольцо, что он способен вступать в реакции азосочетания. Укажите такое производное.

а) 3-нитропиридин

б) 3-метилпиридин

в) 2-гидроксипиридин

г) 2-метилпиридин

33. Выберите из представленных производных пиридина то, которое не склонно к кето-енольной таутомерии

а) 2-гидроксипиридин

б) 2-аминопиридин

в) 4-гидроксипиридин

г)  $\alpha$ -пикалин

34. При окислении хинолина бихроматом образуется:

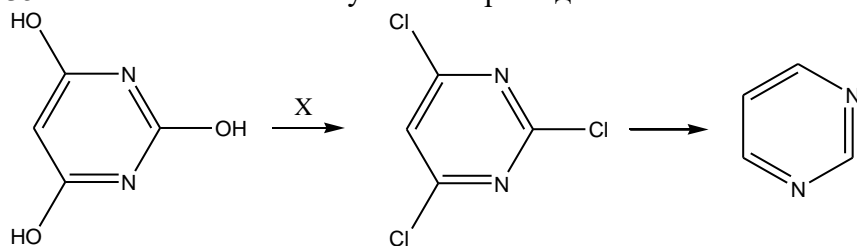
а) хинолон

б) 2,3-дикарбоксипиридин

в) фталевая кислота

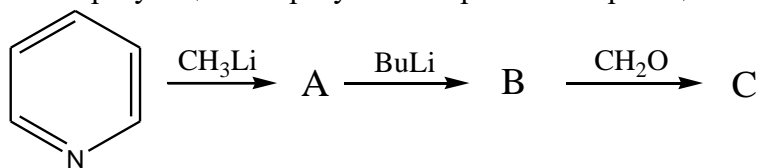
г) фталевый ангидрид

35. Реагенты в схеме получения пиридина

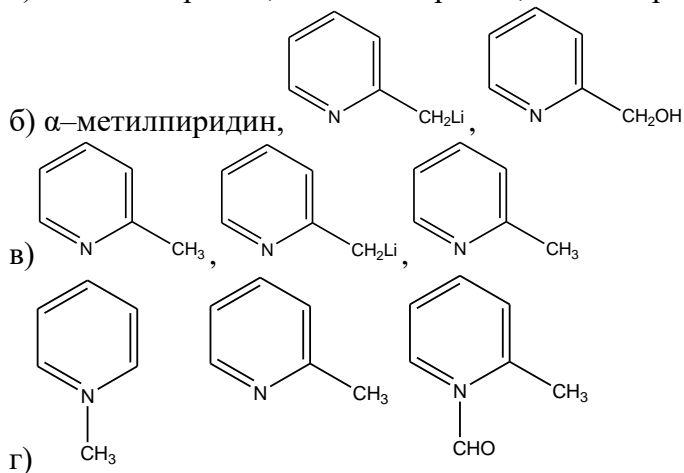


- а)  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{HJ}$   
 б)  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HJ}$   
 в)  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{J}_2$   
 г)  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{J}_2$

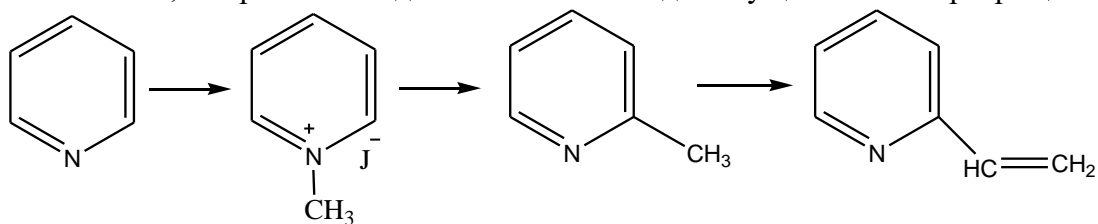
36. Образующиеся в результате протекания реакций:



а) N-метилпиридин,  $\alpha$ -метилпиридин,  $\epsilon$ -метилпиридин

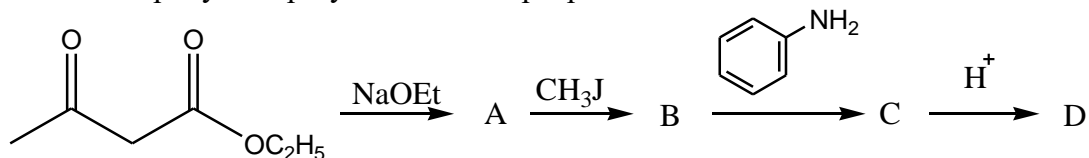


37. Реагенты, которые необходимо использовать для осуществления превращений



- а)  $\text{CH}_3\text{J}$ ;  $\text{t}$ ;  $\text{CH}_3\text{J}$ ;  $\text{CH}_3\text{Li}$   
 б)  $\text{CH}_3\text{J}$ ,  $\text{O}^\ominus\text{C}$ ;  $\text{t}$ ;  $\text{CH}_2^\ominus\text{OH}$   
 в)  $\text{HCl}$ ;  $\text{CH}_3\text{J}/\text{t}$ ;  $\text{CH}_3\text{Li}$   
 г)  $\text{CH}_3\text{J}/\text{t}$ ;  $\text{HCl}$ ;  $\text{CH}_3\text{Li}$

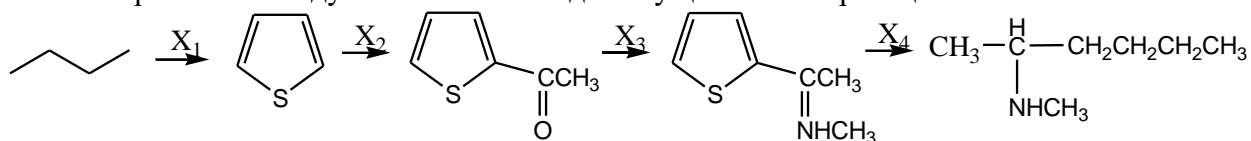
38. Какой продукт образуется в ходе превращений?





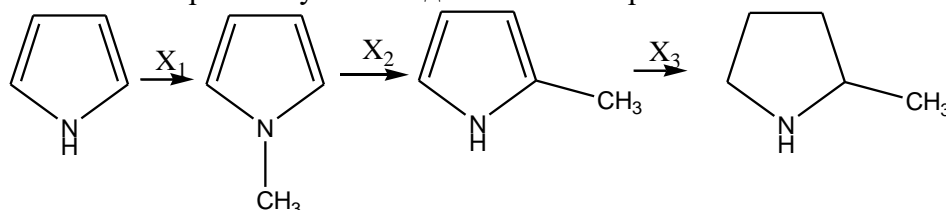
- а) 3,4-диметилхинолон  
 б) хинолин  
 в) хинолон  
 г) 3-метил-4-этилхинолон

39. Какие реагенты следует использовать для осуществления реакций?



- а)  $X_1 = H_2S, t$ ,  $X_2 = Ac_2O/AlCl_3$ ,  $X_3 = NH_2CH_3$ ,  $X_4 = Na/C_2H_5OH$   
 б)  $X_1 = S, t$ ,  $X_2 = Ac_2O, t$ ,  $X_3 = NH_3, CH_3J$ ,  $X_4 = H_2/Ni$   
 в)  $X_1 = S, t$ ,  $X_2 = Ac_2O/AlCl_3$ ,  $X_3 = CH_3NH_2$ ,  $X_4 = H_2/Ni$   
 г)  $X_1 = H_2S, t$ ,  $X_2 = Ac_2O/AlCl_3$ ,  $X_3 = NH_3/CH_3J$ ,  $X_4 = H_2/Ni$

40. Укажите правильную последовательность реагентов в схеме

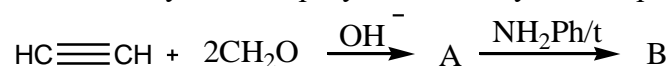


- а)  $X_1 = CH_3J/ t$ ,  $X_2 = NaOH$ ,  $X_3 = H_2/Ni$   
 б)  $X_1 = CH_3J/ 0^\circ C$ ,  $X_2 = t$ ,  $X_3 = H_2/Pt$   
 в)  $X_1 = CH_3J/ 0^\circ C$ ,  $X_2 = H_2/Ni$ ,  $X_3 = t$   
 г)  $X_1 = CH_3/ t$ ,  $X_2 = H_2/Pt$ ,  $X_3 = NaOH$

41. Для того, чтобы получить лизин (2,6-диаминогексановую кислоту) из 2-формилтиофена необходимо выполнить следующую последовательность превращений:

- 1) а)  $NH_4CN$  б)  $H_2O, H^+, t$  в)  $NHO_3(к), H_2SO_4$  г)  $H_2/Ni$   
 2) а)  $NH_4CN$  б)  $H_2O, H^+, t$  в)  $CH_3NOO^+NO_2$  г)  $H_2/Ni$   
 3) а)  $NHO_3(к), H_2SO_4(к)$ , б)  $NH_4CN$  в)  $H_2O, H^+$ , г)  $H_2/Ni$   
 4) а)  $NH_4CN$  б)  $H_2O, H^+, t$  в)  $AcCl$  г)  $NHO_3(к), H_2SO_4(к)$ , д)  $H_2/Ni$

42. Что получается в результате следующих превращений?



- а) пиррол  
 б) N-фенилпиррол  
 в)  $\alpha$ -фенилпиррол  
 г) реакция не идет

43. Какой реагент не приведет к образованию 2-ацилпиридина из пиридина

- а)  $CH_3CHO + ROOH, Fe^{2+}$   
 б)  $CH_3COCl, t$   
 в)  $CH_3COCl/AlCl_3$

44. Какое соединение вступает во взаимодействие с азотистой кислотой с образованием карбонильного соединения?

- а)  $\alpha$ -пикалин  
 б)  $\alpha$ -метилфуран  
 в)  $\alpha$ -метилпиррол  
 г) толуол

45. Можно ли при получении хинолина по Скраупу вместо серной кислоты использовать соляную кислоту?

- а) можно, потому что нужен  $H^+$   
 б) можно, потому что соляная кислота сильная  
 в) нельзя, потому что серная кислота восполняет роль дегидратирующего агента

- г) нельзя, потому что не будет взаимодействовать с  $\text{PhNH}_2$ .
46. Пиразин и его производные можно получить нагреванием:
- $\alpha$ -аминокислот
  - $\beta$ -аминокислот
  - $\gamma$ -аминокислот
  - аммиака с ацетиленом
47. Какое из соединений не образует соли с  $\text{CH}_3\text{J}$
- пиразин
  - пиррол
  - имидазол
  - пиридин
48. Какие реагенты вы выберите для получения 1,2,3-триазола
- $\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{NH}_3$
  - $\text{HC}\equiv\text{N} + \text{NH}_3$
  - $\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{NH}_3$
  - $\text{HC}\equiv\text{N} + \text{HC}\equiv\text{CH}$
49. В каком ряду соединения расположены по увеличению основных свойств
- $\text{CH}_3\text{NH}_2 > \text{пиррол} > \text{пиридин} > \alpha\text{-пикалин}$
  - $\text{CH}_3\text{NH}_2 > \alpha\text{-пиколин} > \text{пиридин} > \text{пиррол}$
  - $\text{пиррол} > \text{пиридин} > \alpha\text{-пикалин} > \text{CH}_3\text{NH}_2$
  - $\text{пиррол} > \text{CH}_3\text{NH}_2 > \alpha\text{-пикалин} > \text{пиридин}$
50. В какой последовательности нужно добавлять реагенты, чтобы получить  $\alpha$ -аминокислоты?
- пиридин,  $\text{NH}_3$ , Na
  - $\text{NH}_3$ , Na, пиридин
  - Na, пиридин,  $\text{NH}_3$
  - Na,  $\text{NH}_3$ , пиридин

### Критерии оценки:

Каждый вопрос оценивается в 0,12 балла

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

- Куковинец О.С., Зайнуллин Р.А., Салимова Е.В., Касрадзе В.Г., Гаделева Х.К. «Функционализация олефинов в синтезе биологически активных веществ» Учебное пособие, Уфа, РИЦ БашГУ, 2007г., (электронная версия 2014 г.)
- Грандберг И.И. «Органическая химия» М.: Юрайт, 2012г.
- Племенков В.В. «Химия изопреноидов», Изд. Алтайского университета, 2007 г., 322 стр.

### 5.2. Дополнительная литература

- Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А., Колпакова В.В., Витол И.С., Кобелева И.Б. «Пищевая химия», изд-во СПб Гиорд, 2004 г.
- Куковинец О.С., Зайнуллин Р.А. и др. «Средства и методы защиты биополимеров» Уфа. 2006г. РИО БашГУ.
- Комов В.П., Шведова В.Н. «Биохимия», М.: Дрофа, 2004 г.
- Овчинников Ю.А. «Биоорганическая химия», М.: Высшая школа, 1990 г.
- Слесарев В.И. «Химия. Основы химии живого», С.-П.: Химиздат, 2001 г.

6. Толстикова Т.Г., Толстиков А.Г., Толстиков Г.А. «Лекарства из растительных веществ», Академическое изд. ГЕО, Новосибирск, 2010, 215 стр.

### 5.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» для освоения дисциплины

1. <http://chemistry-chemists.com/chemister/chemie.htm>
2. <http://xumuk.ru/>
3. <http://chemister.da.ru/>
4. <http://chemistry.narod.ru/>
5. <http://www.chemport.ru/books/index.php>
6. <http://www.newlibrary.ru/book/>

### 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа:</i> аудитория № 402 (учебный корпус, Мингажева, 100 )	Лекции и практические занятия	Доска, мел, тряпка
<i>Учебная аудитория для проведения лабораторных работ:</i> аудитория № 501. Учебная лаборатория (учебный корпус, Мингажева, 100)	Лабораторные работы, коллоквиумы	Лабораторная мебель, доска, Шкафы вытяжные химические 3 шт. устройство для сушки посуды ПЭ-2000, электроколориметр КФК-2, колориметр фотоэлектрический КФК-3-01, перемешивающее устройство ПЭ-6500, шейкер (встряхиватель) ЛАБ-ПУ 01 с подогревом, стерилизатор паровой ВК-30, устройство для стерилизации воздуха ВЛ-12-100 (ламинарный бокс), центрифуга лабораторная медицинская ОС-6М, шкаф ШС-80П сушильно-стерилизационный, лабораторная посуда, лабораторные штативы.
<i>Помещения для самостоятельной работы:</i> библиотека, аудитория № 201 (учебный корпус, Мингажева, 100) библиотека, аудитория № 201 (физ. мат.	Подготовка к сдаче коллоквиумов, написанию самостоятельных и контрольных работ	<b>Аудитория № 201 (корпус ИФ)</b> PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь ПК в компл. Фермо Intel Intel PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь <b>Аудитория № 201 (главный корпус)</b> PentiumG2130/4Гб/500Гб/21,5"/Кл/мышь -

корпус )		50 шт. ПК в компл. Фермо Intel. Моноблок №1 Фермо AMD A8-5500 – 50 шт.
<p><b>учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 403 (учебный корпус, Мингажева, 100)</p>	<p>Подготовка к тестированию и тестирование</p>	<p>Учебная мебель, доска, коммутатор HP V1410-24G, персональный компьютер в комплекте Lenovo ThinkCentre All-In-One - 12 шт.  персональный компьютер Моноблок барэбон ECS G11-21ENS6B 21.5 G870/2GDDR31333/320G SATA/DVD+RW -12 шт.,  сервер №2 Depo Storm1350Q1,  коммутатор Hewlett Packard HP V1410-8 G Программное обеспечение:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Учебный класс APM Win Machine на 24 сетевых учебных лицензий (+2 преподавательских лицензий). Договор №263 от 07.12.2012 г.</li> <li>2. Учебный Комплект Компас-3D V13 на 50 мест. Проектирование и конструирование в машиностроении (лицензия). Договор №263 от 07.12.2012 г.</li> <li>3. Учебный Комплект программного обеспечения Расчетно-информационная система Электронный справочник Конструктора, редакция 3 на 50 мест, лицензия. Договор №263 от 07.12.2012 г.</li> </ol>

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины

**Органическая химия биополимеров**

Форма обучения

Очная

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	5/180
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	91,2
Лекций	36
практических/ семинарских	18
Лабораторных	36
Другие виды работ (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	34,8
Учебных часов на подготовку к экзамену (контроль)	54

Форма контроля:

Экзамен 5 семестре

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/ФКР	ЛР	СР			
1	Углеводы. Номенклатура и классификация. Моносахариды. Стереоизомерия, конфигурационные ряды. Кольчато-цепная таутомерия, мутаротация. Реакции окисления, восстановления, ацилирования, алкилирования, образование фенилгидразонов и озазонов, взаимопревращения сахаров. Ди- и полисахариды. Волокна с сахарным мономерным звеном. Ангидросахарные мономеры и полимеры на их основе. нуклеиновых кислот.	8	8/0,4		3	Основная 2, с.552-563 Дополнительная 3, с.68-83, 171-184 5. с. 73-121	Основная 2, с.552-563 Дополнительная 3, с. 197-208 5. с. 208-242	Проверочная работа Контрольная работа Экзамен
2.		8	8/0,4	12	3	Основная 2. с.484-512	Основная 2. с.454-501	Проверочная работа Контрольная работа

						1. реакции аминирования олефинов Дополнительная 3. с. 358-407 5. с. 599-626	Дополнительная 3. с. 358-407 5. с. 599-626, 304-311	Лабораторная работа Решение задач Экзамен
2.	<p><b>Аминокислоты.</b> Номенклатура и классификация. Природные аминокислоты, стереохимия и конфигурационные ряды.</p> <p><b><math>\alpha</math>-</b> <b>Аминокислоты:</b> синтезы из альдегидов и кетонов через циангидрины, из малонового, ацетоуксусного и нитроуксусного эфиров, галоген- и кетокислотных кислот.</p> <p><b><math>\beta</math>-</b> <b>Аминокислоты:</b> синтезы из непредельных и дикарбоновых кислот. Кислотно-основные свойства аминокислот и зависимость их от pH</p>	7	7	12	3	Основная 2. с. 499-516 Дополнительная 3, с. 410-420, 462-475 4, с. 68-125	Основная 2. с. 409-426 Дополнительная 3, с. 469-492 4, с. 115-194	Проверочная работа Контрольная работа Лабораторная работа Решение задач Экзамен

<p>среды. Образование производных по карбоксильной и аминоксильной группе, бетаины. Взаимодействие с азотистой кислотой. Превращения аминокислот при нагревании и их зависимость от взаимного расположения функциональных групп. Пептидный синтез. Капролактамы. Полипептиды. Антралиловая и <i>n</i>-аминобензойная кислоты: методы получения, свойства и пути использования. Белки. Классификация. Методы доказательства полипептидного строения, установление аминокислотного состава и последовательности аминокислотных фрагментов в полипептидной цепи.</p>							
---	--	--	--	--	--	--	--



3.	<p><b>Гетероциклические соединения</b> Общие представления и классификация гетероциклов. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом (фуран, тиофен, пиррол). Общие методы синтеза. Взаимопревращения. Зависимость степени ароматичности и свойств гетероциклов от природы гетероатома. Реакции гидрирования и окисления. Фурфурол, тиофен-2-альдегид и пирролизиновая кислота. Кислотные свойства пиррола. Конденсация пиррола с формальдегидом и муравьиной кислотой. Пиррол-2-альдегид и его превращение в порфирин. Структура хлорофилла и гемоглобина. Индол и его производные. Син-</p>	8	8/0,3	12	4	<p>Основная 2. с. 453-484 Дополнительная 3, с. 222-237, 259-271 5, с. 569-595</p>	<p>Основная 2. с. 470-484 Дополнительная 3, с. 239-254 5, с. 569-595</p>	<p>Проверочная работа Контрольная работа Лабораторная работа Решение задач Экзамен</p>
----	--	---	-------	----	---	---	--	--

	<p>тез индола по реакции Фишера. Химические свойства индола. Природные соединения ряда индола, индиго, кубовое крашение.</p> <p>о нуклеотидах и</p>							
4.	<p><b>Пятичленные гетероциклы с атомами азота, кислорода и серы.</b> Пиразол, имидазол, триазол, тетразол, оксазол, тиазол. Основные методы синтеза и химические свойства.</p> <p><b>Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом.</b> Пиридин и его гомологи. Номенклатура и изомерия производных. Ароматичность и основность пиридинового цикла. Реакции, протекающие по атому азота. Взаимодействие пиридина с окислителями и</p>	6	6/0,2	8	2	<p>Основная 2, с. 393-407 Дополнительная 3, с. 284-300, 5, с.513-521</p>	<p>Основная 2, с. 393-407 Дополнительная 3, с. 284-300, 5, с.513-521</p>	<p>Проверочная работа Контрольная работа Лабораторная работа Решение задач Экзамен</p>

	гидрирование. Влияние гетероатома на реакционную способность пиридинового цикла. Реакции электрофильного замещения в пиридине и его N-окиси. Реакции нуклеофильного замещения водорода и атомов галогена. Реакции метилпиридина, гидроксид- и аминопиридинов, таутомерия гидроксипиридинов.							
5.	<b>Хинолин и его простейшие производные.</b> Синтез хинолина по Скраупу и Дебнеру-Миллеру. Реакции хинолина. Изохинолин. Природные соединения-производные пиридина.	6	6/0,1	8	2	Дополнительная 5, с. 284-356	Дополнительная 5, с. 358-375	Проверочная работа Контрольная работа Лабораторная работа Решение задач Экзамен
6	<b>Шестиленные азотсодержащие гетероциклы с двумя гетероатомами.</b> Пиримидин,	6	6		2	Основная 2. с. 408-430 Дополнительная 5, 468-509	Основная 2. с. 408-430 Дополнительная 5, 468-509	Проверочная работа Контрольная работа Решение задач Экзамен

	его синтез и реакции. Урацил, цитозин, тимин, пурин, кофеин, мочевая кислота. Понятие о нуклеиновых кислотах и их роль							
14	Итого	36	18/1,4	36	34,8			

