

Электронная цифровая подпись



Утверждено 27 мая 2021 г.  
протокол № 5

председатель Ученого Совета Лысов Н.А.

ученый секретарь Ученого Совета Бунькова Е.Б.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ  
ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
по дисциплине «БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

**Специальность 31.05.03 Стоматология  
(уровень специалитета)  
Направленность Стоматология  
Квалификация (степень) выпускника: Врач-стоматолог  
Форма обучения: очная  
Срок обучения: 5 лет**

# 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

В результате освоения ОПОП обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине(модулю):

## «БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (этапы формирования компетенций)	Код и наименование компетенции /Код и наименование индикатора достижения компетенции	Содержание компетенции/ индикатора достижения компетенции	Вопросы темы, проверяющие освоение компетенции/ индикатора достижения компетенции	№ Теста, проверяющего освоение компетенции/ индикатора достижения компетенции	№ Задачи, проверяющей освоение компетенции/ индикатора достижения компетенции	Формы СРС  № Темы презентации/реферата и др. форм контроля проверяющего освоение компетенции/ индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства	Шкала оценивания
1.	Биоорганическая химия как область науки, изучающая строение и механизм функционирования биологически активных молекул с позиций органической химии	иОПК-8.1	Использует при решении профессиональных задач основные физико-химические, математические и естественно-научные понятия и методы	Биоорганическая химия как область науки, изучающая строение и механизм функционирования биологически активных молекул с позиций органической химии. Предмет и задачи биоорганической химии как учебной дисциплины в медицинских вузах. Органическая химия – фундаментальная основа биоорганической химии. Применение при решении профессиональных задач в стоматологии основных физико-химических, математических и естественнонаучных понятий и методов. Классификационные признаки органических соединений: строение углеродного скелета и природа функциональной группы. Функциональные группы, органические	1-10	1-2	-	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, решение ситуационных задач, доклад/устные реферативные сообщения.	В соответствии с п.4.2.2

				<p>радикалы. Классы органических соединений: спирты, фенолы, тиолы, эфиры, сульфиды, альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты и их производные, сульфокислоты.</p> <p>Основные правила систематической номенклатуры органических соединений; заместительная и радикально-функциональная номенклатура.</p> <p>Теория строения органических соединений А.М.Бутлерова. Изомерия как специфическое явление органической химии.</p> <p>Физико-химические методы выделения и исследования органических соединений, имеющих значение для биомедицинского анализа (экстракция, хроматография, поляриметрия, инфракрасная и ультрафиолетовая спектроскопия, масс-спектрометрия).</p>					
2.	Пространственное строение органических соединений.	иОПК-8.1	Использует при решении профессиональных задач основные физико-химические, математические и естественно-научные понятия и методы	<p>Пространственное строение органических соединений. Стереохимические формулы, понятия стереохимии – конформация и конфигурация.</p> <p>Конформация открытых цепей. Вращение вокруг одинарной связи как причина возникновения различных конформаций. Проекционные формулы Ньюмена.</p> <p>Пространственное сближение определенных участков цепи как одна из причин преимущественного образования цепи – и шестичленных циклов. Энергетическая характеристика конформационных состояний (заслоненные, заторможенные, скошенные конформации).</p> <p>Конформации (кресло, ванна) циклических соединений (циклогексан, тетрагидропиран).</p> <p>Аксиальные и экваториальные связи.</p> <p>Конфигурация. Стереои́зомерия молекул с одним центром хиральности (энантиомерия).</p> <p>Оптическая активность. Глицериновый</p>	1-10	1-2	1	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, решение ситуационных задач, доклад/устные реферативные сообщения.	В соответствии с п.4.2.2

				<p>альдегид как конфигурационный стандарт. Проекционные формулы Фишера. D- и L-система стереохимической номенклатуры. Представление о R, S – номенклатуре. Стереизомерия молекул с двумя и более центрами хиральности (энантиомерия и диастереомерия). Мезо-формы. Рацематы. Стереизомерия в ряду соединений с двойной связью (<math>\pi</math> - диастереомерия). Цис- и транс- изомеры.</p> <p>Взаимное влияние атомов и способы его передачи в молекулах органических веществ. Сопряжение (<math>\pi</math>, <math>\pi</math> - и <math>p</math>, <math>\pi</math> - сопряжение). Сопряженные системы с замкнутой цепью. Ароматичность, критерии ароматичности. Ароматичность бензоидных и гетероциклических соединений.</p> <p>Делокализация электронов как один из важнейших факторов повышения устойчивости молекул и ионов, ее широкая распространенность в биологических молекулах (профин, гем и др.).</p> <p>Поляризация связей и электронные эффекты (индуктивный и мезомерный) как причина неравномерного распределения электронной плотности и возникновения реакционных центров в молекуле. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители. Применение при решении профессиональных задач основных физико-химических, математических и естественно-научных понятий и методов.</p>					
3.	Кислотность и основность органических соединений; теории	иОПК-8.1	Использует при решении профессиональных задач основные физико-химические,	Кислотность и основность органических соединений; теории Брендстеда и Льюиса. Кислотные свойства органических соединений с водосодержащими функциональными группами (спирты, тиолы, карбоновые кислоты, амины). Основные свойства нейтральных молекул,	1-10	1-2	1	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, решение	В соответствии с п.4.2.2

	<p>Брендстеда и Льюиса. Классификация органических реакций</p>		<p>математическое и естественно-научные понятия и методы</p>	<p>содержащих гетероатом с неподвижной парой электронов (спирты, простые эфиры, карбонильные соединения, амины) и анионов (гидроксид-, алкоксид-, енолат-ионы, ацилат-ионы). Кислотно-основные свойства азотсодержащих гетероциклов (пиррол, имидазол, пиридин). Общие закономерности в изменении кислотных и основных свойств во взаимосвязи с природой атома в кислотном и основном центрах, электронными эффектами заместителей при этих центрах и сольватационными эффектами.</p> <p>Водородная связь как специфическое проявление кислотно-основных свойств.</p> <p>Классификация органических реакций по результату (замещение, присоединение, элиминирование, перегруппировки, окислительно-восстановительные) и по механизму-радикальные, ионные (электрофильные, нуклеофильные). Понятия – субстрат, реагент, реакционный центр.</p> <p>Типы разрыва ковалентной связи в органических и образующиеся при этом частицы: свободные радикалы (гомолитический разрыв), карбокатионы и карбоанионы (гетеролитический разрыв). Электронное и пространственное строение этих частиц и факторы, обуславливающие их относительную устойчивость. Применение при решении профессиональных задач в стоматологии основных физико-химических, математических и естественно-научных понятий и методов.</p>				<p>ситуационных задач, доклад/устные реферативные сообщения.</p>	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

4.	Реакции замещения и присоединения в рядах органических соединений..	иОПК-8.1	Использует при решении профессиональных задач основные физико-химические, математическое и естественно-научные понятия и методы	Реакции свободно-радикального замещения. Реакции электрофильного присоединения: гетеролитические реакции с участием $\pi$ -связи. Реакции электрофильного замещения: гетеролитические реакции с участием ароматической системы. Реакция гидролиза галогенопроизводных. Реакции алкилирования спиртов, фенолов, тиолов, сульфидов, аммиака и аминов. Реакции нуклеофильного присоединения: гетеролитические реакции с участием $\pi$ -связи углерод-кислород (альдегиды, кетоны). Реакции ацилирования – образование ангидридов, сложных эфиров, сложных тиоэфиров, амидов – и обратные им реакции гидролиза. Применение при решении профессиональных задач основных физико-химических, математических и естественно-научных понятий и методов	1-10	1-2	1-7	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, решение ситуационных задач, доклад/устные реферативные сообщения.	В соответствии с п.4.2.2
5.	Реакции окисления и восстановления в рядах органических соединений	иОПК-8.1	Использует при решении профессиональных задач основные физико-химические, математическое и естественно-научные понятия и методы	Реакции окисления спиртов, тиолов, сульфидов, карбонильных соединений, дисульфидов, иминов Окисление $\pi$ -связи и ароматических фрагментов (эпоксилирование, гидроксигидрирование). Применение при решении профессиональных задач основных физико-химических, математических и естественно-научных понятий и методов	1-10	1-2	-	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, решение ситуационных задач, доклад/устные реферативные сообщения.	

6.	Поли- и гетерофункциональность как один из характерных признаков органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности и являющихся родоначальниками важнейших групп лекарственных средств	иОПК-8.1	Использует при решении профессиональных задач основные физико-химические, математические и естественно-научные понятия и методы	<p>Поли- и гетерофункциональность как один из характерных признаков органических соединений, участвующих в процессах жизнедеятельности и являющихся родоначальниками важнейших групп лекарственных средств.</p> <p>Особенности проявления кислотно-основных свойств (амфолиты). Циклизация и хелатообразование – свойства, присущие только поли- и гетерофункциональным соединениям. Особенности во взаимном влиянии функциональных групп в зависимости от их относительного расположения.</p> <p>Многоатомные спирты: этиленгликоль, глицерин, инозит. Образование хелатных комплексов как качественная реакция на α-диольный фрагмент.</p> <p>Двухатомные фенолы: гидрохинон, резорцин, пирокатехин. Окисление двухатомных фенолов. Система гидрохинон-хинон. Фенол как антиоксиданты.</p> <p>Полиамины: этилендиамин, путресцин, кадаверин.</p> <p>Двухосновные карбоновые кислоты: щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая, фумаровая. Превращение янтарной кислоты в фумаровую как пример биологической реакции дегидрирования.</p> <p>Угольная кислота и ее производные (уретаны, уреиды кислот, мочевины). Гуанидин. Карбамоил фосфат.</p> <p>Аминоспирты: аминоксанолин (коламин), холин и ацетилхолин.</p> <p>Аминофенолы: дофамин, норадреналин, адреналин. Понятие о биологической роли этих соединений и их производных.</p> <p>Гидрокси- и аминокислоты. Реакции циклизации. Лактоны. Лактамы. Гидролиз лактонов, лактамов.</p>	1-10	1-2	1-3	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, решение ситуационных задач, доклад/устные реферативные сообщения.	В соответствии с п.4.2.2
----	---	----------	---	---	------	-----	-----	--	--------------------------

				Реакции элиминирования ( $\beta$ -гидрокси- и $\beta$ -аминокислот). Одноосновные (молочная, $\beta$ - и $\gamma$ - гидроксимасляные), двухосновные (яблочная, винная), трехосновные (лимонная) гидроксикислоты. Образование лимонной кислоты в результате альдольного присоединения. Представления о строении $\beta$ -лактамовых антибиотиков. Применение при решении профессиональных задач в стоматологии основных физико-химических, математических и естественно-научных понятий и методов					
7.	Альдегидо- и кетоникислоты. Гетерофункциональные производные бензольного ряда как лекарственные средства.	иОПК-8.1	Использует при решении профессиональных задач основные физико-химические, математические и естественно-научные понятия и методы	Альдегидо- и кетоникислоты: глиокисловая, пировиноградная (фосфоенолпируват), ацетоуксусная, щавелевоуксусная, $\alpha$ -оксоглутаровая. Реакции декарбоксилирования $\beta$ - кетоникислот и окислительного декарбоксилирования $\alpha$ -кетоникислот. Кето-енольная таутомерия. Гетерофункциональные производные бензольного ряда как лекарственные средства. Салициловая кислота и ее производные (ацетилсалициловая кислота, фенилсалицилат), <i>p</i> -аминобензойная кислота и ее производные (анестезин, новокаин). Сульфаниловая кислота и ее амид (стрептоцид). Сульфаниламидные препараты. Применение при решении профессиональных задач в стоматологии основных физико-химических, математических и естественно-научных понятий и методов	1-10	1-2	1	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, решение ситуационных задач, доклад/устные реферативные сообщения.	В соответствии с п.4.2.2
8.	Биологически важные гетероциклические системы.	иОПК-8.1	Использует при решении профессиональных задач основные физико-	Биологически важные гетероциклические системы. Гетероциклы с одним гетероатомом. Пиррол, индол, пиридин, хинолин. Понятие о тетрапиррольных соединениях (порфин, гем). Биологически важные производные пиридина-	1-20	1-4	1-6	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль,	В соответствии с п.4.2.2



			химические, математические и естественно-научные понятия и методы	никотинамид, пиридоксаль, производные изоникотиновой кислоты. Производные 8-гидроксихинолина-антибактериальные средства комплекса образующего действия. Гетероциклы с несколькими гетероатомами. Пиразол, имидазол, тиазол, пиразин, пиримидин. Гетероциклы с несколькими гетероатомами. Пиразол, имидазол, тиазол, пиразин, пиримидин, пурин. Таутомерия на примере имидазола. Пиразолон – 5 – основа ненаркотических анальгетиков. Барбитуровая кислота и ее производные. Гидроксипурины (гипоксантин, ксантин, мочевая кислота). Биотин. Тиамин. Понятие о строении и биологической роли. Алкалоиды. Метилизованные ксантины (теобромин, теофиллин, кофеин). Представление о строении никотина, морфина, хинина, атропина. Применение при решении профессиональных задач основных физико-химических, математических и естественно-научных понятий и методов. Применение при решении профессиональных задач основных физико-химических, математических и естественно-научных понятий и методов				решение ситуационных задач, доклад/устные реферативные сообщения.	
9.	Аминокислоты. Пептиды. Белки.	иОПК-8.1	Использует при решении профессиональных задач основные физико-химические, математические и естественно-научные понятия и методы	Аминокислоты, входящие в состав белков. Строение, номенклатура, стереоизомерия, кислотно-основные свойства, биополярная структура. Классификация с учетом различных признаков: по химической природе радикала и содержащихся в нем заместителей; по кислотно-основным свойствам. Биосинтетические пути образования $\alpha$ -аминокислот из кетонокислот: реакции восстановительного аминирования и реакции транс-аминирования. Пиридоксальевый катализ.	1-10	1-2	1-2	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, решение ситуационных задач, доклад/устные реферативные	В соответствии с п.4.2.2

				<p>Химические свойства <math>\alpha</math>- аминокислот как гетерофункциональных соединений. Образование внутриклеточных солей. Реакции этерификации, ацилирования, алкилирования, образование иминов. Биологически важные реакции <math>\alpha</math>-аминокислот. Реакции дезаминирования (окислительного и неокислительного). Реакции гидроксирования. Декарбоксилирование <math>\alpha</math>- аминокислот – путь к образованию биогенных аминов и биорегуляторов (коламин, гистамин, триптамин, серотонин, кадаверин, <math>\beta</math>-аланин, <math>\gamma</math>-аминомасляная кислота). Пептиды. Строение пептидной группы. Гидролиз пептидов. Установление аминокислотного остатка с помощью со временных физико-химических методов. Первичная структура белков. Частичный и полный гидролиз. Понятие о сложных белках. Гликопротеины, липопротеины, нуклеопротеины. Применение при решении профессиональных задач основных физико-химических, математических и естественно-научных понятий и методов</p>				е сообщения.	
10	Углеводы	иОПК-8.1	Использует при решении профессиональных задач основные физико-химические, математическое и естественно-научные понятия и методы	<p>Углеводы. Моносахариды. Классификация. Stereoизомерия моносахаридов. D- и L-стереохимические ряды. Открытые и циклические формы. Формы. Формулы Фишера и формулы Хеуорса. Фуранозы и пиранозы; <math>\alpha</math>- и <math>\beta</math>- аномеры. Цикло-оксотаутомерия. Конформация пиранозных форм моносахаридов. Строение наиболее важных представителей пентоз (рибоза, ксилоза), гексоз (глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза), дезоксисахаров (2-дезоксирибоза), аminosахаров (глюкозамин, маннозамин, галактозамин). Нуклеофильное замещение у</p>	1-10	-	1	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, решение ситуационных задач, доклад/устные реферативные сообщения.	В соответствии с п.4.2.2

				<p>аномерного центра в циклических формах моносахаридов. О- и N- гликозидов. Фосфаты моносахаридов. Ацилирование аminosахаров.</p> <p>Окисление моносахаридов.</p> <p>Восстановительные свойства альдоз.</p> <p>Гликоновые, гликаровые, гликуроновые кислоты. Аскорбиновая кислота.</p> <p>Восстановление моносахаридов (ксилит, сорбит, маннит).</p> <p>Взаимопревращение альдоз и кетоз. Реакции альдольного типа в ряду моносахаридов: альдольное присоединение дигидроксиацетона к глицериновому альдегиду; альдольное расщепление фруктозы; образование нейралиновой кислоты. Олигосахариды. Дисахариды: мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Строение, цикло-оксо-таутомерия. Восстановительное строение мальтозы и целлобиозы.</p> <p>Полисахариды. Гомополисахариды: крахмал (амилоза и амилопектин), гликоген, декстран, целлюлоза.</p> <p>Пектины (полигалактуроносовая кислота).</p> <p>Первичная структура, гидролиз. Понятие о вторичной структуре (амилоза, целлюлоза).</p> <p>Гетерополисахариды: гиалуриновая кислота, хондроитин – сульфаты. Первичная структура. Представление о смешанных биополимерах (пептидогликаны, протеогликаны, гликопротеины, гликолипиды). Применение при решении профессиональных задач в стоматологии основных физико-химических, математических и естественно-научных понятий и методов.</p>				
--	--	--	--	---	--	--	--	--

11	Нуклеиновые кислоты.	иОПК-8.1	Использует при решении профессиональных задач основные физико-химические, математическое и естественно-научные понятия и методы	<p>Нуклеиновые кислоты. Пиримидиновые (урацил, тимин, цитозин) и пуриновые (аденин, гуанин) основания. Ароматические свойства. Лактим-лактазная таутомерия. Реакции дезаминирования. Комплементарность нуклеиновых оснований. Водородные связи в комплементарных парах нуклеиновых оснований. Нуклеозиды. Гидролиз нуклеозидов. Нуклеотиды. Строение мононуклеотидов, образующих нуклеиновые кислоты. Гидролиз нуклеотидов. Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь. Рибонуклеиновые и дезоксирибонуклеиновые кислоты. Нуклеотидный состав РНК и ДНК. Гидролиз нуклеиновых кислот. Понятие о вторичной структуре ДНК. Роль водородных связей в формировании вторичной структуры. Лекарственные средства на основе модифицированных нуклеиновых оснований (фторурацил, меркаптопурин). Нуклеозиды – антибиотики. Принцип химического подобия. Изменение структуры нуклеиновых кислот под действием химических веществ. Мутагенное действие азотистой кислоты. Нуклеозидмоно- и полифосфаты. АМФ, АДФ, АТФ. Никотинамиднуклеотидные кофакторы. Строение НАД<sup>+</sup> и его фосфаты НАДФ<sup>+</sup>. Система НАД<sup>+</sup> - НАДН. Применение при решении профессиональных задач в стоматологии основных физико-химических, математических и естественно-научных понятий и методов</p>	1-10	-	1-2	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, решение ситуационных задач, доклад/устные реферативные сообщения.	В соответствии с п.4.2.2
12.	Липиды	иОПК-8.1	Использует при решении профессиональных задач	<p>Липиды. Омыляемые липиды. Нейтральные липиды. Естественные жиры как смесь триацилглицеринов. Природные высшие</p>	1-10	-	-	Устный ответ, стандартизированный	В соответствии с п.4.2.2

			<p>основные физико-химические, математические и естественно-научные понятия и методы</p>	<p>жирные кислоты: пальмитиновая, стеариновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая. Пероксидное окисление фрагментов жирных кислот в клеточных мембранах. Фосфолипиды. Фосфатидовые кислоты. Фосфатидилколамины и фосфатидилсерины (кефалины), фосфатидилхолины (лецитины) – структурные компоненты клеточных мембран. Сфинголипиды, церамиды, сфингомиелины. Гликолипиды (цереброзиды, ганглиозиды). Понятие о структурных компонентах. Неомыляемые липиды. Изопреноиды. Терпены. Моно- и бициклические терпены. Лимонен, ментол, камфора. Сопряженные полиены: каротиноиды, витамин А. Стероиды. Представление об их биологической роли. Стеран, конформационное строение <math>5\alpha</math>- и <math>5\beta</math>-стеранового скелета. Углеводороды – родоначальники групп стероидов: эстран, андростан, прегнан, холан, холестеран. Стероидные гормоны. Эстрогены, андрогены, гестагены, кортикостероиды. Желчные кислоты. Холевая кислота. Гликохолевая и таурохолевая кислоты. Стерины. Холестерин. Эргостерин, превращение его в витамины группы D. Агликоны сердечных гликозидов. Дигитоксигенин. Строфантин. Применение при решении профессиональных задач в стоматологии основных физико-химических, математических и естественно-научных понятий и методов</p>				<p>тестовый контроль, решение ситуационных задач, доклад/устные реферативные сообщения.</p>	
--	--	--	--	---	--	--	--	---	--

**2. Текущий контроль успеваемости на занятиях семинарского типа (семинары, практические занятия, клинические практические занятия, практикумы, лабораторные работы), включая задания самостоятельной работы обучающихся, проводится в формах:**

- устный ответ (в соответствии с темой занятия в рабочей программе дисциплины и перечнем вопросов для самоконтроля при изучении разделов дисциплины – п.п. 4.2, 5.2 рабочей программы дисциплины);

- стандартизированный тестовый контроль по темам изучаемой дисциплины;

- решение ситуационных задач;

- подготовка доклада/устных реферативных сообщений;

- иные формы контроля, определяемые преподавателем

Выбор формы текущего контроля на каждом занятии осуществляет преподаватель. Формы текущего контроля на одном занятии у разных обучающихся могут быть различными. Конкретную форму текущего контроля у каждого обучающегося определяет преподаватель. Количество форм текущего контроля на каждом занятии может быть различным и определяется преподавателем в зависимости от целей и задач занятия.

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

**2.1.1. Стандартизированный тестовый контроль (по темам или разделам)**

#### Тема 1

1. Определите к какому классу веществ относится 2-метилбутанол-1:

1) альдегиды

2) алканы

3) спирты

4) кетоны

2. К какому классу веществ относятся соединения, содержащие карбоксильную группу:

1) карбоновые кислоты

2) альдегиды

3) спирты

4) тиолы

3. К какому классу веществ относится бутадиен -1,3:

1) алканы

2) алкены

3) алкины

4) алкадиены

4. Какую функциональную группу содержит в своем составе этаналь:

1) -ОН

2) -SH

3) -CHO

4) -COOH

5. К какому классу веществ относится 2-гидроксиэтановая кислота:

1) карбоновые кислоты

2) аминокислоты

3) оксикислоты

4) оксокислоты

6. Выберите гетерофункциональное соединение:

1) аминокеусная кислота

2) этанол

3) пропиламин

4) ацетилхлорид

7. К сложным эфирам относится:

- 1) этилацетат
- 2) диметиловый эфир
- 3) пропаналь
- 4) пропанол

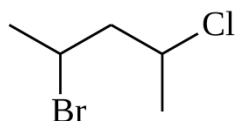
8. Выберите формулу простого эфира:

- 1)  $\text{CH}_3\text{-CHO}$
- 2)  $\text{CH}_3\text{-COOH}$
- 3)  $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$
- 4)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$

9. Вещества, содержащие тройную связь в молекуле относятся к:

- 1) алканам
- 2) алкинам
- 3) алкенам
- 4) диенам

10) 1. Назовите по номенклатуре IUPAC соединение, формула которого:



- 1) 2-хлор-4-бромпентан;
- 2) 2-бром-4-хлорпентан;
- 3) 2-бром-4-хлорбутан;
- 4) 4-хлор-2-бромгексан;
- 5) 2-бром-4-хлоргексан.

Эталоны ответов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	1	4	3	3	1	1	3	2	1

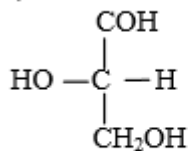
## Тема 2

1. Выберите верные утверждения относительно конфигурационных изомеров:

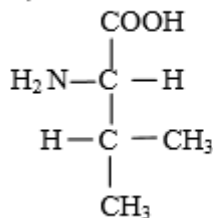
- 1) конфигурация молекулы характеризует порядок расположения атомов в молекуле без учета различий, возникающих вследствие вращения вокруг  $\sigma$ -связей;
- 2) конфигурационные изомеры могут превращаться друг в друга только путем разрыва одних и образования других химических связей;
- 3) конфигурационные изомеры могут превращаться друг в друга путем поворота вокруг  $\sigma$ -связи;
- 4) конфигурационные изомеры не могут превращаться друг в друга путем поворота вокруг  $\sigma$ -связи.

2. Укажите соединение, относящиеся к L-стереохимическому ряду:

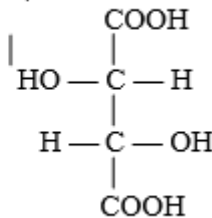
а)



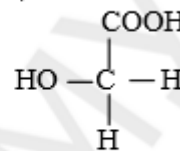
б)



в)

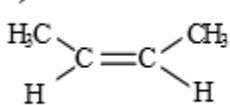


г)

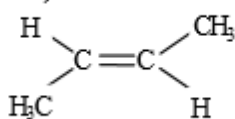


3. Выберите структуру транс-бутена-2:

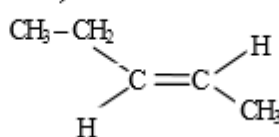
а)



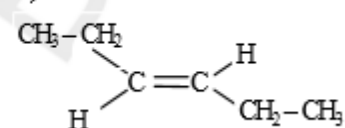
б)



в)



г)



4. Укажите формулу соединения с сопряженными двойными связями:

- 1)  $\text{CH}_2 = \text{C} = \text{CH}_2$ ;
- 2)  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$ ;
- 3)  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$ ;
- 4)  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$
5. При гетеролитическом разрыве ковалентной связи образуется:
  - 1) два радикала;
  - 2) электрофил и нуклеофил;
  - 3) две электронейтральные частицы;
  - 4) положительно и отрицательно заряженные ионы.
6. Укажите соединения, имеющие два хиральных центра:
  - 1) 2-амино-3-метилпентановая кислота;
  - 2) 2-амино-3-метилбутановая кислота;
  - 3) 2,3-дигидроксибутандиовая кислота;
  - 4) гидроксиэтаналь.
7. Аминогруппа в этилаmine проявляет электронные эффекты:
  - 1) + I;
  - 2) + I, + M;
  - 3) - I, + M;
  - 4) - I.
8. Электроноакцепторные свойства по отношению к бензольному ядру проявляют заместители:
  - 1)  $-\text{C}_2\text{H}_5$ ;
  - 2)  $-\text{CH}_2\text{NH}_2$ ;
  - 3)  $-\text{CHO}$ ;
  - 4)  $-\text{CH}_2\text{OH}$ .
9. Укажите механизм реакции, преимущественно реализующийся у алканов:
  - 1) AN;
  - 2) SN;
  - 3) AE;
  - 4) SR.
10. При гомолитическом разрыве ковалентной связи образуются:
  - 1) радикалы;
  - 2) электрофил;
  - 3) нуклеофил;
  - 4) катион и анион

Эталонные ответы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	1	2	3	2	1	4	3	4	1

### Тема 3

1. Кислота Бренстеда – это:

- 1) донор электронов
- 2) акцептор электронов
- 3) донор протонов
- 4) акцептор протонов

2. Основание Бренстеда – это:

- 1) донор электронов
- 2) акцептор электронов
- 3) донор протонов
- 4) акцептор протонов

3. Кислотные свойства возрастают в ряду:

- 1) OH, NH, CH кислоты
- 2) CH, NH, OH кислоты



- 3) SH, NH, CH кислоты  
 4) OH, NH, SH кислоты  
 4. Оба вещества реагируют с NaOH:  
 1) этанол и фенол  
 2) глицерин и пропанол  
 3) этанол и этантиол  
 4) фенол и глицерин  
 5. Наиболее сильный кислотный центр:  
 1) в 4-нитрофеноле  
 2) 4-метилфеноле  
 3) феноле  
 4) этаноле  
 6. Наиболее сильным основанием является:  
 1)  $\text{CH}_3\text{NH}_2$   $\text{pK}_{\text{BH}^+} = 10,6$   
 2)  $\text{CH}_3\text{-NH-CH}_3$   $\text{pK}_{\text{BH}^+} = 10,7$   
 3)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$   $\text{pK}_{\text{BH}^+} = 4,6$   
 4)  $\text{NH}_3$   $\text{pK}_{\text{BH}^+} = 9,3$   
 7. Сила основания уменьшается в ряду:  
 1) S, N, O  
 2) N, S, O  
 3) N, O, S  
 4) S, O, N  
 8. Кислотные свойства выражены сильнее у соединения:  
 1) этанол  
 2) уксусная кислота  
 3) хлоруксусная кислота  
 4) фенол  
 9. Более сильные кислые свойства тиоспиртов по сравнению с алифатическими спиртами обусловлены фактором:  
 1) высокой электроотрицательностью атома серы  
 2) поляризуемостью атома серы  
 3) возможностью сопряжения  
 4) большой атомной массой серы  
 10. Оба основания – метиламин и анилин:  
 1) взаимодействуют с HCl  
 2) не взаимодействуют с HCl  
 3) взаимодействуют с  $\text{H}_2\text{O}$   
 4) имеют щелочную реакцию среды

Эталонные ответы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	4	4	4	1	2	3	3	2	1

#### Тема 4

1. В результате взаимодействия эквимольных количеств брома и бутадиена-1,3 преимущественно образуется:  
 1) 1,4-дибром  
 бутен-2;  
 2) 1,2,3,4-тетрабромбутан;  
 3) 1,2,3,4-дибромбутан;  
 4) 1,2-дибромбутен-2  
 1. Реакция обратная реакции этерификации называется:  
 1) гидролиз  
 2) галогенирование

3)элиминирование

4)гидрирование

2. Какой продукт образуется преимущественно в результате реакции бромирования изооктана (2,2,4-триметилпентана)?

1) 3-бром-2,2,3- триметилпентан;

2) 4-бром-2,2,5-триметилпентан;

3) 4-бром-2,2,4- триметилпентан;

4) 3-бром-2,2,4- триметилпентан

3. Реакция взаимодействия этановой кислоты с  $PCl_5$  протекает по механизму:

1)  $A_e$ ;

2)  $AN$ ;

3)  $SN$ ;

4)  $S_e$ .

4. Укажите механизм реакции, преимущественно реализующийся у алканов:

1)  $AN$ ;

2)  $SN$ ;

3)  $AE$ ;

4)  $SR$ .

5. Продуктом окисления этанола перманганатом калия в кислой среде является:

1)этан

2)этен

3)этановая кислота

4)этиленгликоль

8. Взаимодействие этилбензола с бромом под действием ультрафиолетового света относится к реакциям:

1)  $AE$ ;

2)  $SN$ ;

3)  $SR$ ;

4)  $SE$

9.Реакция взаимодействия этановой кислоты с  $PCl_5$  протекает по механизму:

1) $A_e$

2)  $AN$ ;

3)  $SN$ ;

4)  $S_e$ .

Реакцию алкилирования бензола можно провести при помощи:

1) этена в кислой среде;

2)  $Cl_2$  на свету;

3) этанола в кислой среде;

4) пропилхлорида в присутствии  $AlCl_3$ .

10. Признаками свободно-радикальных реакций являются:

1) наличие в молекуле неполярной ковалентной связи;

2) гетеролитический разрыв ковалентной связи;

3) образование электронейтральных частиц;

4) протекают под действием высокой температуры, облучения, давления

Эталоны ответов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	3	3	4	3	2	3	4	1

Тема 5

1.Какой продукт образуется при окислении толуола?

1)бензол

2)бензойная кислота

3)бензиловый спирт

4)метанол

2. Какой продукт образуется при восстановлении уксусного альдегида?

- 1)этанол
  - 2)метанол
  - 3)этан
  - 4)уксусная кислота
- 3.Какой продукт образуется при восстановлении этилацетата?
- 1)уксусная кислота
  - 2)этанол
  - 3)бутанол-1
  - 4)уксусный альдегид
4. Какой продукт образуется при восстановлении глюкозы?
- 1)сорбит
  - 2)фруктоза
  - 3)рибоза
  - 4)глюконовая кислота
- 5.Продуктом реакции «серебряного зеркала» пропаналя является:
- 1)пропионат аммония
  - 2)пропанол-1
  - 3)пропанол-2
  - 4)пропан
- 6.Продуктом реакции «медного зеркала» бензальдегида является:
- 1)бензиловый спирт
  - 2)бензойная кислота
  - 3)бензоат меди(II)
  - 4)бензол
7. При окислении этена водным раствором перманганат калия образуется:
- 1)этиленгликоль
  - 2)глицерин
  - 3)этанол
  - 4)уксусная кислота
- 8.Продуктом окисления этанола перманганатом калия в кислой среде является:
- 1)этан
  - 2)этен
  - 3)этановая кислота
  - 4)этиленгликоль
- 9.Продуктами окисления кетонов являются:
- 1)альдегиды
  - 2)карбоновые кислоты
  - 3)простые эфиры
  - 4)сложные эфиры
10. Продуктами восстановления сложных эфиров являются:
- 1)альдегиды
  - 2)простые эфиры
  - 3)алканы
  - 4)спирты

Эталоны ответов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	1	2	1	1	2	1	3	2	4

Тема 6

1. Отметьте правильные утверждения относительно структуры и свойств никотиновой кислоты:

- 1) в основе лежит ядро пиридина;
- 2) в основе лежит ядро пиррола;

- 3) карбоксильная группа находится в α-положении гетероцикла;  
 4) карбоксильная группа находится в γ-положении гетероцикла.
2. Для синтеза барбитуровой кислоты используются следующие соединения:
- 1) мочевины;
  - 2) малоновая кислота;
  - 3) карбаминовая кислота;
  - 4) этиловый эфир малоновой кислоты.
3. САЛИЦИЛОВУЮ КИСЛОТУ ПОЛУЧАЮТ В ПРОМЫШЛЕННЫХ МАСШТАБАХ
- 1) карбоксилированием фенола
  - 2) карбонилированием фенола
  - 3) гидрокселированием бензойной кислоты
  - 4) кумольным способом
4. β-ОКСОКИСЛОТЫ ПРИ НАГРЕВАНИИ ЛЕГКО
- 1) декарбоксилируются
  - 2) дегидратируются
  - 3) декарбонилируются
  - 4) расщепляются с образованием кислот
5. Укажите функциональные группы, содержащиеся в молекуле аспирина:
- 1) гидроксильная и карбоксильная;
  - 2) сложноэфирная и карбоксильная;
  - 3) карбоксильная и альдегидная;
  - 4) бензольное ядро.
6. При нагревании адипиновой кислоты образуется:
- 1) гексановая кислота
  - 2) пентановая кислота
  - 3) циклопентанон
  - 4) циклобутанон
7. Качественная реакция на резорцин:
- 1) с FeCl<sub>3</sub>
  - 2) с Cu(OH)<sub>2</sub>
  - 3) с NaOH
  - 4) с Na
8. Какую оксокислоту можно получить гидролизом 3,3-дихлорбутановой кислоты?
- 1) пировиноградную
  - 2) щавелевоуксусную
  - 3) ацетоуксусную
  - 4) кетоглутаровую
9. Доброкачественность ацетилсалициловой кислоты определяют с помощью реагента:
- 1) бромная вода;
  - 2) Cu(OH)<sub>2</sub>;
  - 3) FeCl<sub>3</sub>;
  - 4) Ag<sub>2</sub>O.
10. Выберите формулу коламина:
- 1) NH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-COOH
  - 2) NH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-COOH
  - 3) NH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>3</sub>
  - 4) CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-COOH

Эталонные ответы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4	1	2	2	3	1	2	3	2

1. Какую оксокислоту можно получить гидролизом 3,3-дихлорбутановой кислоты?

- 1) Пировиноградную
- 2) Щавелевоуксусную
- 3) Ацетоуксусную
- 4) Кетоглутаровую

2. Салициловая кислота содержит два кислотных центра и поэтому образует два ряда солей. При взаимодействии с каким из перечисленных реагентов образуется динатриевая соль салициловой кислоты?

- 1) NaOH
- 2) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- 3) NaCl
- 4) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

3. Производными салициловой кислоты являются:

- 1) аспирин
- 2) салицилат натрия
- 3) анестезин
- 4) фенолсалицилат

4. Декарбоксилируется при сравнительно небольшом нагревании (100-200°C) кислота:

- 1) гексановая;
- 2) 5-аминопентановая;
- 3) янтарная (бутандиовая);
- 4) малоновая (пропандиовая);

5. Сульфаниламиды подвергаются гидролизу:

- 1) в кислой среде;
- 2) в щелочной среде;
- 3) в нейтральной среде;
- 4) как в щелочной среде, так и в нейтральной среде;

6. Какой лекарственный препарат образуется при взаимодействии салициловой кислоты с уксусным ангидридом?

- 1) Аспирин
- 2) Салициламид
- 3) Фенилсалицилат
- 4) Бензилсалицилат

7. Молочная кислота (2-гидроксипропановая) - это продукт:

- 1) окисления пировиноградной кислоты;
- 2) восстановления пировиноградной кислоты;
- 3) окисления янтарной кислоты
- 4) восстановления ацетоуксусной кислоты

8. Выберите самую сильную кислоту:

- 1) о-гидроксибензойная;
- 2) уксусная;
- 3) бензойная;
- 4) п-аминобензойная.

9. При нагревании превращается в лактон кислота:

- 1) 4-гидрокси-2-метоксигексановая;
- 2) 4-гидроксициклогексанкарбоновая;
- 3) 2-гидрокси-4-метоксипентановая;
- 4) 2-амино-3-гидроксипентановая;
- 5) 3-гидроксипентандионовая.

10. На основании производных какой из указанных ниже кислот созданы лекарственные противотуберкулезные препараты?

- 1) Изоникотиновой
- 2) Пиколиновой
- 3) Салициловой
- 4) Парааминобензойной

5) Никотиновой  
Эталоны ответов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	1	1	4	1	1	2	1	1	1

Тема 8

1. ГЕТЕРОЦИКЛ, ЯВЛЯЮЩИЙСЯ ОСНОВОЙ СТРУКТУРЫ ВИТАМИНА РР (НИКОТИНОВОЙ КИСЛОТЫ И НИКОТИНАМИДА)

- 1) пиррол
- 2) пиридин
- 3) пиримидин
- 4) пурин

2. Качественная реакция на пиррол:

- 1) реакция «серебряного зеркала»
- 2) обесцвечивание бромной воды
- 3) синее окрашивание с йодом
- 4) красное окрашивание сосновой палочки, смоченной в соляной кислоте

3. Выберите утверждение, характеризующее процесс десульфирования ароматических сульфоновых кислот;

- 1) приводит к образованию полисульфоновых кислот;
- 2) осуществляется при нагревании кислоты с перегретым паром;
- 3) проводится в обычных температурных условиях;
- 4) реакция десульфирования протекает только в прямом направлении;

4. К алкалоидам группы хинолина следует отнести:

- 1) хинин;
- 2) кофеин;
- 3) папаверин;
- 4) кодеин

5. Выбрать гетероцикл, который является основой барбитуровой кислоты, производное которой используются в медицине как лекарственные препараты, которые проявляют снотворное и противосудорожное действие:

- 1) Пиримидин
- 2) Пиридазин
- 3) Пиразин
- 4) Пиперидин

6. Пирролу соответствует систематическое название:

- 1) диазол-1,3;
- 2) азин;
- 3) диазин-1,3;
- 4) азол;

7. Пиримидину соответствует систематическое название:

- 1) диазол-1,3;
- 2) диазин-1,3;
- 3) диазепин-1,4;
- 4) азин

8. Не образуют солей с кислотами:

- 1) хинолин и хинин;
- 2) фуран и пиррол;
- 3) пиримидин и никотин;
- 4) имидазол и кофеин;

9. Ацидофобными гетероциклическими соединениями являются:

- 1) тиофен и пиримидин;
- 2) пиридин и оксазол-1,3;
- 3) фуран и пиррол ;
- 4) тетрагидрофуран;

10. Кислотные свойства имидазола (1,3-диазол) выражены больше, чем у:

- 1) барбитуровая кислота;
- 2) 2,4-дигидроксиимидин;
- 3) серная кислота;
- 4) пиррол;

Эталоны ответов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	4	4	1	1	4	2	2	3	4

11. Пиримидину соответствует систематическое название:

- 1) диазол-1,3
- 2) диазин-1,3
- 3) диазепин-1,4
- 4) азин

12. Имидазолу соответствует систематическое название:

- 1) диазол-1,3
- 2) азин
- 3) диазин-1,3
- 4) азол

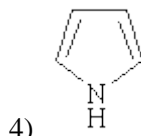
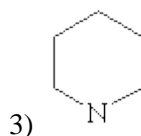
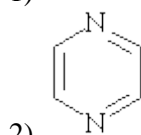
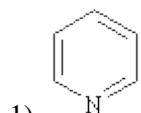
13. Активность пиридина в реакциях нуклеофильного замещения:

- 1) выше, чем у бензола
- 2) ниже, чем у бензола
- 3) такая же, как у бензола
- 4) не вступает в реакции нуклеофильного замещения

14. Какой из гетероциклов в наибольшей степени проявляет свойства диена:

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

15. Какой из перечисленных гетероциклов является  $\pi$ -дефицитным:



16. Какой гетероцикл входит в состав витамина B6:

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

17. Какой гетероцикл лежит в основе триптофана:

- 1) пиррол
- 2) индол





2) OH

3) COOH

4) NH<sub>2</sub>

7. ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ СЕРИНА, НАХОДЯЩЕГОСЯ В ИЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ, С ЭТИЛХЛОРИДОМ ОБРАЗУЕТСЯ

1) сложный эфир

2) простой эфир

3) хлорангидрид

4) замещенный имин

8. ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ЛИЗИНА ЦВИТТЕРИОНА С ФОСФОРНОЙ КИСЛОТОЙ ОБРАЗУЕТСЯ

1) карбофосфоангидрид

2) фосфорный эфир

3) соль

4) фосфамид

9. В СРЕДЕ, ИМЕЮЩЕЙ pH < pI, ФЕНИЛАЛАНИН СУЩЕСТВУЕТ, ГЛАВНЫМ ОБРАЗОМ, В ФОРМЕ

1) биполярного иона

2) катиона

3) аниона

4) вообще не имеет заряженных групп

10. Аминокислоты превращаются в белки реакцией:

1) полимеризации

2) поликонденсации

3) гидролиза

4) дезаминирования

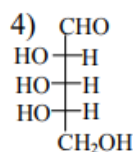
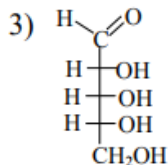
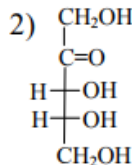
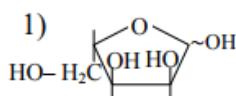
Эталоны ответов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	4	2	4	4	1	2	4	2	2

### Тема 10

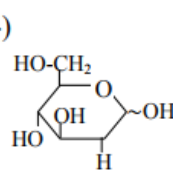
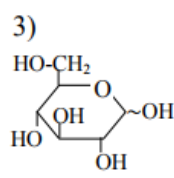
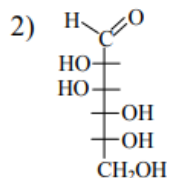
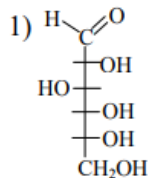
1.

СТРОЕНИЕ D-РИБОЗЫ ОТРАЖАЕТСЯ ФОРМУЛОЙ



2.

СТРОЕНИЕ D-МАННОЗЫ ОТРАЖАЕТСЯ ФОРМУЛОЙ



3. Продуктом восстановления глюкозы является:

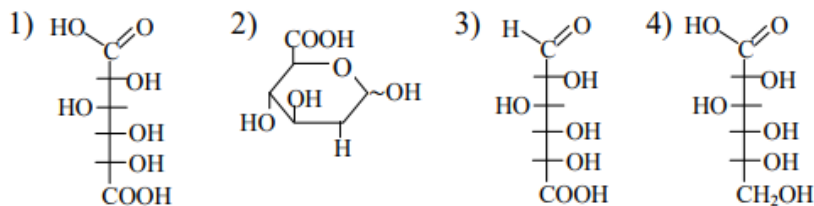
1) глюконовая кислота

2) сорбит

3) ксилит

4) глицерин

## СТРОЕНИЕ D-ГЛЮКУРОНОВОЙ КИСЛОТЫ ОТРАЖАЕТСЯ ФОРМУЛОЙ



4. Аномером  $\beta$ -D-глюкозы является:

- 1)  $\alpha$ -D-глюкоза
- 2)  $\beta$ -L-глюкоза
- 3)  $\beta$ -L-галактоза
- 4)  $\alpha$ -L-манноза

5. СИНТЕЗ О-ГЛИКОЗИДОВ ПО МИХАЭЛЮ – ЭТО ПРОВЕДЕНИЕ РЕАКЦИИ МЕЖДУ ФЕНОЛЯТАМИ (ИЛИ ДРУГИМИ АНИОН-НЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ) И

- 1) самими моносахаридами
- 2) гликозилгалогенидами
- 3) сложными эфирами моносахаридов
- 4) ацилгалогенозами

6. ЛАКТОЗА – ЭТО

- 1)  $\alpha$ -глюкозидо (1 $\rightarrow$ 2)  $\beta$ -фруктозид
- 2)  $\beta$ -галактозидо (1 $\rightarrow$ 4) глюкоза
- 3)  $\beta$ -глюкозидо (1 $\rightarrow$ 4) глюкоза
- 4)  $\alpha$ -глюкозидо (1 $\rightarrow$ 4) глюкоза

7. Качественная реакция на глюкозу как альдегид является:

- 1) «медного зеркала»
- 2) с бромной водой
- 3) с азотной кислотой
- 4) восстановление

8. ГЛИКОГЕН В ОТЛИЧИЕ ОТ КРАХМАЛА ИМЕЕТ

- 1) другой моносахаридный состав
- 2) больше  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 6)-гликозидных связей
- 3)  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 3)-гликозидные связи
- 4)  $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 2)-гликозидные связи

9. САХАРОЗА, ОТНОСЯЩАЯСЯ К НЕРЕДУЦИРУЮЩИМ ДИСАХАРИДАМ ЗАЧАСТУЮ ДАЕТ ПОЛОЖИТЕЛЬНУЮ РЕАКЦИЮ ФЕЛИНГА И «СЕРЕБРЯНОГО ЗЕРКАЛА». ЭТОТ ФАКТ ОБЪЯСНЯЕТСЯ

- 1) наличием потенциальной альдегидной группы
- 2) кольчато-цепной таутомерией
- 3) легкостью гидролизуемости фруктозидной связи
- 4) легкостью гидролизуемости глюкозидной связи

10. ПОЛИСАХАРИДЫ НЕ ПРОЯВЛЯЮТ

- 1) способности к метанолизу
- 2) способности к метилированию
- 3) способности к ацетилированию
- 4) редуцирующих свойств

Эталоны ответов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	2	2	1	4	2	1	2	3	4

1. СОСТАВ АДЕНОЗИНА ОТРАЖАЕТСЯ СХЕМОЙ

- 1) аденин - рибоза - фосфат
- 2) аденин - фосфат
- 3) аденин – рибоза
- 4) аденин – дезоксирибоза

2. СОСТАВ ЦИТИДИНА ОТРАЖАЕТСЯ СХЕМОЙ

- 1) цитозин – рибоза
- 2) цитозин – дезоксирибоза
- 3) цитозин – рибоза – фосфат
- 4) цитозин – фосфат

3. РОЛЬ АТФ В ОРГАНИЗМЕ

- 1) мембранная
- 2) перенос фосфатных групп на субстраты с целью их активации (процесс фосфорилирования субстратов; т.е. коферментная роль)
- 3) транспорт электронов и водорода (коферментная роль)
- 4) посредник действия гормонов

4. РНК В ОРГАНИЗМЕ ОСУЩЕСТВЛЯЕТ РОЛЬ

- 1) посредника действия гормонов
- 2) мишени действия гормонов
- 3) хранения и передача наследственной информации
- 4) реализации наследственной информации

5. В ПРОЦЕССАХ РЕГУЛЯЦИИ АКТИВНОСТИ ФЕРМЕНТОВ НЕ ПРИНИМАЕТ УЧАСТИЯ

- 1)ФАД
- 2) НАД
- 3)НАДФ
- 4)АТФ

6. НУКЛЕОЗИД ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ

- 1) α-О- гликозид
- 2) β -О-гликозид
- 3) β-N-рибозид
- 4) α-N-рибозид

7. ДЛЯ ПОЛНОГО ГИДРОЛИЗА МОЛЕКУЛЫ АТФ ПОТРЕБУЕТСЯ

- 1) 1 молекула H<sub>2</sub>O
- 2) 2 молекулы H<sub>2</sub>O
- 3) 3 молекулы H<sub>2</sub>O
- 4) 4 молекулы H<sub>2</sub>O

8. РОЛЬ ПЕРЕНОСЧИКА ОСТАТКОВ АМИНОСПИРТОВ В ПРОЦЕССЕ СИНТЕЗА СЛОЖНЫХ ЛИПИДОВ ВЫПОЛНЯЕТ

- 1) АДФ
- 2) АТФ
- 3) ЦДФ
- 4) ЦТФ

9. ДЕЗОКСИРИБОНУКЛЕОТИДЫ (ТРИФОСФАТЫ) В ОРГАНИЗМЕ ВЫПОЛНЯЮТ РОЛЬ

- 1) субстратов для синтеза коферментов (НАД, НАДФ, ФАД) оксидоредуктаз
- 2) субстратов для синтеза белков
- 3) переносчиков электронов в процессе тканевого дыхания (коферментная)
- 4) источников энергии, субстратов для синтеза ДНК

10. В ПЕРЕНОСЕ ЭЛЕКТРОНОВ И ВОДОРОДА В ДЫХАТЕЛЬНОЙ ЦЕПИ УЧАСТВУЮТ

- 1) ЦМФ, ГМФ и др. нуклеозидмонофосфаты
- 2) АТФ, ГТФ и др. нуклеозидтрифосфаты
- 3) ФАД, ФМН, НАД, НАДН
- 4) аденин, гуанин и др. азотистые основания

Эталонные ответы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

3	1	2	4	1	3	4	3	4	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

## Тема 12

### 1. СФИНГОМИЕЛИН ОТНОСИТСЯ К КЛАССУ

- 1) неомыляемых липидов
- 2) простых омыляемых липидов
- 3) фосфолипидов
- 4) гликолипидов

### 2. ЦЕРЕБРОЗИДЫ ОТНОСЯТСЯ К КЛАССУ

- 1) глицерофосфолипидов
- 2) сфингофосфолипидов
- 3) гликолипидов
- 4) стероидов

### 3. ВИТАМИН А ОТНОСИТСЯ К КЛАССУ

- 1) неомыляемых липидов
- 2) простых омыляемых липидов
- 3) эйкозаноидов
- 4) стероидов

### 4. СОСТАВ ЖИДКОГО ЖИРА ОТРАЖАЕТСЯ СХЕМОЙ

- 1) глицерин + 2 олеата + пальмитат
- 2) глицерин + 2 пальмитата + олеат
- 3) глицерин + 3 пальмитата + уксусная кислота
- 4) сфингозин + олеат + фосфат
- 5) глицерин + 3 олеата + фосфат

### 5. СОСТАВ КЕРАМИДА ОТРАЖАЕТСЯ СХЕМОЙ

- 1) глицерин + жирная кислота
- 2) сфингозин + жирная кислота
- 3) сфингозин + жирная кислота + фосфат
- 4) глицерин + жирная кислота + фосфат

### 6. СОСТАВ ПАРНЫХ ЖЕЛЧНЫХ КИСЛОТ ОТРАЖАЕТСЯ СХЕМОЙ

- 1) холевая кислота – глицерин
- 2) холевая кислота – глицин
- 3) холевая кислота – фосфат
- 4) холевая кислота – этанол

### 7. В ЦЕРЕБРОЗИДАХ ГАЛАКТОЗА СВЯЗАНА С МОЛЕКУЛОЙ СФИНГОЗИНА КОВАЛЕНТНОЙ СВЯЗЬЮ

- 1) простой эфирной
- 2) сложно-эфирной
- 3) β-О-гликозидной
- 4) α-О-гликозидной

### 8. СОСТАВ КЕФАЛИНА ОТРАЖАЕТСЯ СХЕМОЙ

- 1) сфинголизин + жирная кислота
- 2) глицерин + 3 жирных кислоты
- 3) глицерин + 2 жирных кислоты + фосфорная к-та + этанола-мин
- 4) глицерин + фосфорная кислота + этаноламин

### 9. ФОСФАТИДНАЯ КИСЛОТА ОТНОСИТСЯ К КЛАССУ

- 1) неомыляемых липидов
- 2) простых омыляемых липидов
- 3) сложных омыляемых липидов
- 4) желчных кислот

### 10. ХОЛЕСТЕРИН ОТНОСИТСЯ К КЛАССУ

- 1) неомыляемых липидов
- 2) простых омыляемых липидов
- 3) стероидов
- 4) желчных кислот

Эталонные ответы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	3	1	1	2	2	1	3	3	1

## 2.2. Перечень тематик устных реферативных сообщений для текущего контроля успеваемости (по выбору преподавателя и/или обучающегося)

### Тема 2

1. Конформации. Возникновение конформаций в результате вращения вокруг  $\sigma$ -связей; факторы, затрудняющие вращение. Проекционные формулы Ньюмена. Связь пространственного строения с биологической активностью.

### Тема 3

1. Кислотно-основные свойства органических соединений. Теории Бренстеда и Льюиса. Типы органических кислот (ОН, SH, NH, CN-кислоты) и оснований ( $\pi$ -основания, n-основания).

### Тема 4

1. Региоселективность реакций радикального замещения в алканах.
2. Фторуглеводороды. Особенности получения и химических свойств. Применение фторуглеводородов.
3. Галогенуглеводороды, применяемые в медицине: этилхлорид, йодоформ, фторотан. Химические свойства, используемые для идентификации этих соединений.
4. Предельные и непредельные одноатомные спирты: сравнение способов получения и свойств.
7. Применение в медицине и народном хозяйстве.
5. Тиолы: получение, свойства. Идентификация тиолов.
6. Простые эфиры и сульфиды: сравнение способов получения и химических свойств. Методы идентификации.
7. Диоксины как побочные продукты переработки фенолов, экологические проблемы химии фенолов.

### Тема 6

1. Сравнение способов получения и химических свойств одно- и двухосновных карбоновых кислот.
2. Угольная кислота и ее функциональные производные. Фосген, хлоругольный эфир, карбаминовая кислота и ее эфиры (уретаны). Мочевина, уреидокислоты и уреиды кислот. Методы определения мочевины.
3. Сульфокислоты: способы получения и свойства. Десульфирование ароматических соединений. Нуклеофильное замещение в аренсульфокислотах: получение фенолов и функциональных производных.

### Тема 7

1. Гетерофункциональные производные бензола - родоначальники лекарственных препаратов. Связь между строением и фармакологическим действием.

### Тема 8

1. Синтетические возможности синтеза Скраупа - получение хинолина и его производных.
2. Концепция  $\pi$ -избыточности и  $\pi$ -дефицитности в химии гетероциклических соединений.
3. Биологически важные производные пиридина-никотинамид, пиридоксаль, производные изоникотиновой кислоты.
4. Пиразол, имидазол, тиазол, пиразин, пиримидин, пурин.
5. Биосинтетические пути образования  $\alpha$ -аминокислот.
6. Белки - молекулы жизни: строение, биологическая роль, химические свойства, некоторые гормоны и антибиотики как производные пептидов.

### Тема 9

1. Явление таутомерии в органической химии: кето-енольная, лактим-лактаминная, цикло-оксотаутомерии. Причины. Особенности химических свойств разных таутомерных форм.
2. Глюкоза как исходное вещество для получения сорбита, глюконата кальция, аскорбиновой кислоты. Физические и химические методы идентификации глюкозы и продуктов ее превращения.

## Тема 10

1. Нуклеозидмоно- и полифосфаты. АМФ, АДФ, АТФ. Никотинамиднуклеотидные кофакторы. Строение НАД<sup>+</sup> и его фосфата НАДФ<sup>+</sup>. Система НАД<sup>+</sup> - НАДН.

## Тема 11

1. Воски как сложные эфиры высших карбоновых кислот. Пчелиный воск, спермацет. Твины: строение, свойства, применение.  
2. Фосфолипиды: строение, свойства, биологическое значение.

**Темы устных реферативных сообщений могут быть предложены преподавателем из вышеперечисленного списка, а также обучающимся в порядке личной инициативы по согласованию с преподавателем.**

## 2.3. Перечень ситуационных задач для промежуточного контроля.

### Тема 1

#### Ситуационная задача 1

В состав аэрозольного препарата «Ливиан», применяемого для лечения ожогов, входит масло лаванды, одним из компонентов которого является гераниол  $\text{H}_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$ . Назовите соединение по заместительной (систематической) номенклатуре ИЮПАК.

Решение

Общепринятой в настоящее время является заместительная (систематическая) номенклатура ИЮПАК, которую часто еще называют международной номенклатурой (МН). Для построения названия по МН используются следующие операции:

1. Выбор исходной структуры и определение старшинства заместителей.
2. Нумерация исходной структуры с учетом того, что старшие функции должны получить наименьшие номера.
3. Построение названия. Название соединения строится по следующей схеме:

Пишутся слитно с основанием:		
ПРЕФИКС	КОРЕНЬ	СУФФИКС
-названия радикалов и нестарших функций,	-название исходной структуры	-название кратных связей и старших функций

Для одинаковых заместителей и кратных связей используются умножающие приставки: ди-, три-, тетра-, и т.д.

При перечислении названий радикалов и нестарших функций в алфавитном порядке, учитывают начальную букву самого заместителя, а не приставки перед ним. Например, «диэтил» в алфавитном порядке после «метил».

Для указания положения заместителей и кратных связей перед префиксами и после суффиксов ставят цифры, которые отделяют друг от друга запятыми, а от названия - черточкой.

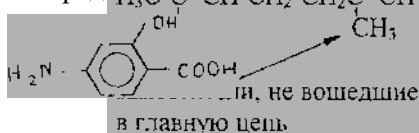
Гераниол является ненасыщенным спиртом. Он принадлежит к особой группе органических соединений, называемых терпенами. В состав молекулы гераниола входят две двойные связи и ОН-группа, которая является старшей характеристической группой (см. таблицу).

Исходной структурой в гераниоле будет углеродная цепь из 8 атомов углерода (октан), а так как она содержит старшую функцию (ОН-группа у С-1) и две двойные связи после С-2 и С-6, то добавляется окончание «диен-2,6-ол-1» взамен «ан» у октана и включаются в название два метильных радикала у С-3 и С-7 «3,7-диметил».

Гераниол называется 3,7-диметил-октадиен-2,6-ол-1

#### Ситуационная задача 2

К группе противотуберкулезных средств

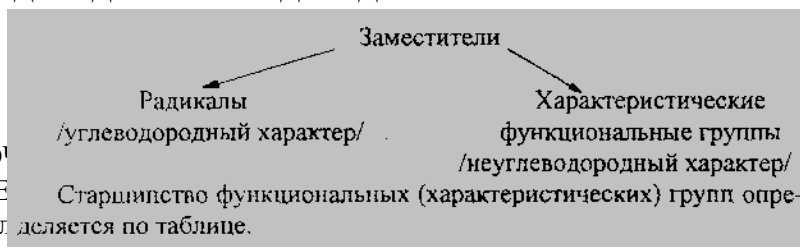


Определите в этом соединении старшую характеристическую группу и выделите родоначальную структуру, назовите соединение по МН.

Решение

Органическая химия - это химия углеводородов и их производных. Исходя из этого, систематическая (международная) номенклатура это, фактически, заместительная номенклатура. Выбор родоначальной (исходной) структуры и определение старшинства заместителей, связанных с ней основные операции при построении названия органических соединений по заместительной номенклатуре.

**ЗАМЕСТИТЕЛИ - СТРУКТУРНЫЕ ФРАГМЕНТЫ, ЗАМЕНЯЮЩИЕ ОДИН ИЛИ НЕСКОЛЬКО АТОМОВ ВОДОРОДА В УГЛЕВОДОРОДЕ.**



РОДОНОЧАЛЬНАЯ СТРУКТУРА - СТРУКТУРА УГЛЕВОДОРОДА, К КОТОРОЙ ПРИМЫКАЕТ МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ, К КОТОРОЙ ПРИМЫКАЕТ МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ, К КОТОРОЙ ПРИМЫКАЕТ МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ, К КОТОРОЙ ПРИМЫКАЕТ МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ.

Родоначальная структура определяется по таблице. Родоначальная структура - бензольное ядро, соединенное со старшей характеристической группой - карбоксильной - образует бензолкарбоновую кислоту. Желательно, чтобы главная цепь включала возможно большее число атомов углерода и для непредельных соединений была максимально ненасыщенной.

*n*-Аминосалициловая кислота является гетерофункциональным («гетерос» - разный) соединением, так как в ее состав входят различные функциональные группы - карбоксильная -COOH, гидроксильная -OH и аминогруппа -NH<sub>2</sub>. Из них старшей характеристической группой по данным таблицы будет карбоксильная группа.

Родоначальной (исходной структурой), к которой примыкает максимальное число заместителей, в данном случае является бензольное ядро.

Родоначальная структура - бензольное ядро, соединенное со старшей характеристической группой - карбоксильной - образует бензолкарбоновую кислоту.

Для этого соединения наиболее принятым является название бензойная кислота. Это название, наряду с названием толуол, фенол, анилин, разрешено к употреблению правилами заместительной номенклатуры ИЮПАК при построении названий соединений. Учитывая это, а так же то, что младшие характеристические группы перечисляются в алфавитном порядке *n*-аминосалициловую кислоту можно назвать 4-амино-2-гидроксибензойная кислота.

**Заключение:** *n*-аминосалициловая кислота по МН называется 4-амино-2-гидроксибензойная кислота.

## Тема 2

### Ситуационная задача 1

Укажите вид и знаки электронных эффектов карбоксильной группы в пропановой CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COOH и акриловой CH<sub>2</sub> = CH - COOH кислотах. Изобразите эффекты графически.

Решение

В молекуле пропановой кислоты карбоксильная группа -COOH проявляет отрицательный индуктивный эффект (-I). Это объясняется сильной поляризацией связи C = O и C - O под влиянием более электроотрицательного атома кислорода. Графическое изображение -I-эффекта CH<sub>3</sub> → CH<sub>2</sub> → C(OH) = O или OH CH<sub>3</sub> CH<sub>2</sub> C O OH Карбоксильная группа в пропановой кислоте является электроакцепторным заместителем. В молекуле акриловой кислоты -I-эффект карбоксильной группы сохраняется. Кроме того, в молекуле акриловой кислоты имеются две двойные связи, C = C и C = O, разделенные одной простой связью C - C. Поэтому возможно π,π-сопряжение C C C C - сопряжение Следовательно, карбоксильная группа в молекуле акриловой кислоты проявляет также и мезомерный эффект, который является отрицательным (-M) из-за поляризации двойных связей в сторону более электроотрицательного атома кислорода. Графически M-эффект изображается изогнутыми стрелками H<sub>2</sub>C CH C O OH Таким образом, в результате суммарного действия -I- и -M-эффектов электронная плотность на CH<sub>2</sub> = фрагменте молекулы акриловой кислоты понижена (δ+), а на атоме кислорода C = O связи, наоборот, повышена (δ-). Общее распределение электронной плотности в молекуле акриловой кислоты с учетом -I- и -M-эффектов можно изобразить графически

следующим образом:  $29 \text{ CH}_2 \text{ CH C O}$  или  $\text{CH}_2 \text{ CH OH C O OH}$  Карбоксильная группа в молекуле акриловой кислоты является сильным электроноакцепторным заместителем.

### Ситуационная задача 2

Укажите вид и знаки электронных эффектов хлора в молекулах хлорбензола  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-Cl}$  и хлористого бензила  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{-Cl}$ . Изобразите эффекты графически.

Решение

В молекуле хлорбензола атом хлора проявляет  $-I$ -эффект из-за большей электроотрицательности хлора по сравнению с углеродом. Графическое изображение  $-I$ -эффекта атома хлора  $\text{Cl}$  Кроме того, атом хлора в молекуле хлорбензола проявляет мезомерный эффект. Это становится понятным, если допустить, что атом хлора находится в  $sp^2$ -гибризованном состоянии, и неподеленная пара электронов на негибризованной  $p$ -орбитали частично смещена в сторону бензольного кольца в результате образования единой сопряженной восьмизлектронной орбитали  $\text{Cl}$  30 Следовательно, атом хлора в молекуле хлорбензола проявляет как  $-I$ -эффект, так и  $+M$ -эффект, что графически изображается следующим образом:  $\text{Cl}$  Установлено, что у атома хлора  $-I$ -эффект больше, чем  $+M$ -эффект; поэтому атом хлора является электроноакцепторным заместителем. В молекуле хлористого бензила хлор проявляет только отрицательный индуктивный эффект ( $-I$ ). Мезомерный эффект хлора в этой молекуле не проявляется, потому что атом хлора отделен от бензольного кольца двумя простыми  $\sigma$ -связями и его неподеленная электронная пара не может вступать в сопряжение с  $\pi$ -электронной системой бензольного кольца  $\text{CH}_2 \text{ Cl}$  В молекуле хлористого бензила атом хлора является электроноакцепторным заместителем.

## Тема 3

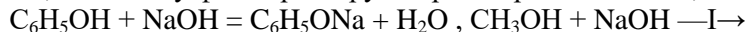
### Ситуационная задача 1

Расположите в порядке возрастания кислотности следующие вещества: фенол, сернистая кислота, метанол. Приведите уравнения химических реакций, подтверждающие правильность выбранной последовательности.

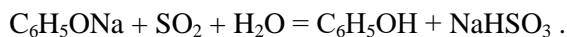
Решение

Правильный ряд выглядит так:  $\text{CH}_3\text{OH} < \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} < \text{H}_2\text{SO}_3$ .

Фенол сильнее метанола, поскольку фенол реагирует с растворами щелочей, а метанол — нет:



Далее воспользуемся правилом, согласно которому более сильная кислота вытесняет более слабую из ее солей.



Закключение: Фенол вытесняется сернистой кислотой из фенолята натрия, следовательно, сернистая кислота сильнее фенола.

### Ситуационная задача 2

Расположите спирты в порядке уменьшения их кислотных свойств: а) трет-бутиловый, бутиловый, метиловый; б) 4-хлорфенол, 2,4-диметилфенол, 2,4,6-трихлорфенол, фенол, циклогексано́л; в) м-нитрофенол, фенол, пара-крезол, 2,4,6-тринитрофенол; г) бензиловый спирт, фенол, 1-циклогексилэтанол

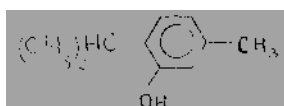
Решение

Положение кислотно-основного равновесия определяется устойчивостью соответствующего аниона — чем она выше, тем более сильной кислотой является спирт. В связи с этим фенолы являются более сильными кислотами, чем алифатические спирты. Донорные заместители в бензольном кольце молекулы фенола снижают кислотность, акцепторные — повышают. Эффект особенно заметен в том случае, когда заместитель расположен в орто-пара-положениях. Поэтому общий ряд кислотности выглядит следующим образом: 2,4,6-трихлорфенол > 4-хлорфенол > фенол > 2,4-диметилфенол > циклогексильный спирт.

## Тема 4

### Ситуационная задача 1

Количественное содержание тимола (противоглистное средство) в лекарственных препаратах определяется броматометрически.





Какая реакция лежит в основе данного метода? Какие факторы влияют на протекание данной реакции?

Решение

В основе метода лежит реакция электрофильного замещения в ароматическом ядре. При наличии нескольких заместителей необходимо учитывать их совместное ориентирующее влияние.

**ОРИЕНТАЦИЯ В ДИЗАМЕЩЕННОМ АРОМАТИЧЕСКОМ КОЛЬЦЕ:**

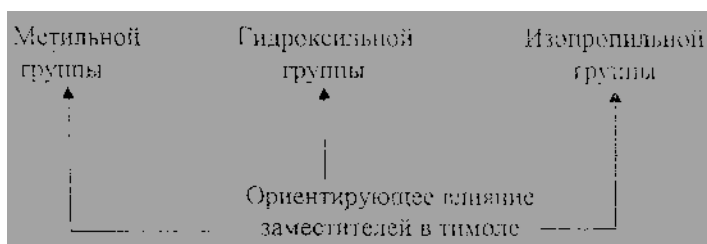
- СОГЛАСОВАННАЯ - заместители направляют входящий электрофильный реагент в одни и те же положения ароматического кольца.

- НЕСОГЛАСОВАННАЯ - заместители ориентируют вступающую электрофильную частицу в разные положения ароматического кольца.

Планируя синтез замещенных бензолов необходимо учитывать следующее:

1. Если бензольное кольцо содержит две активирующие группы, то более сильный активатор направляет вступление третьего заместителя.
2. Если в бензольном кольце находятся активатор и дезактиватор, то место вступления третьего заместителя контролирует активирующая группа.
3. Если два объемных заместителя находятся в *мета*-положении по отношению друг к другу, независимо от их ориентирующего влияния, маловероятно, что входящий электрофил размещается между ними вследствие пространственных затруднений.
4. В полизамещенном бензольном кольце необходимо учитывать ориентирующее влияние всех заместителей.

Тимол - тризамещенное производное бензола, содержащее метильную  $\text{CH}_3$ -, изопропильную  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}$ - и гидроксильную  $\text{OH}$ -группы. Все заместители *о*-, *п*- ориентанты, из них гидроксил самый сильный, вследствие +M-эффекта.



Влияние метильной и гидроксильной групп - пример согласованной ориентации, активируются одинаковые положения бензольного кольца. Как видно из приведенных формул, наиболее активированными положениями к атаке электрофильным реагентом является 4 и 6. Именно в эти положения будет происходить электрофильное замещение.

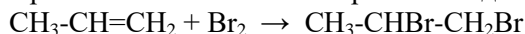
**Заключение:** Реакция бромирования тимола (электрофильное замещение) будет проходить в положения 4 и 6. Эти положения активируются за счет согласованной ориентации метильной и гидроксильной групп.

### Ситуационная задача 2

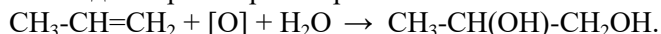
С помощью каких химических реакций можно очистить пропан от примеси пропена?

Решение

Пропен можно поглотить бромной водой:



или водным раствором перманганата калия:



Пропан с этими веществами не реагирует и улетучивается.

## Тема 5

### Ситуационная задача 1

Приведите схему синтеза бензойной кислоты из метана.

Решение



$3\text{C}_2\text{H}_2 = \text{C}_6\text{H}_6$  (тримеризация ацетилена при температуре 600 град. Цельсия и при пропускании через активированный уголь; Реакция Зелинского)

Затем по схеме 2 получим:

$\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 = \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$  (реакция идет на свету - фотохимическая, механизм - свободнорадикальный)

$\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_3\text{Cl} = \text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_3 + \text{HCl}$  (алкилирование по Фриделю-Крафтсу, катализатор - хлорид алюминия)

$5\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + 6\text{KMnO}_4 + 9\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 6\text{MnSO}_4 + 14\text{H}_2\text{O}$  (реакция идет при нагревании)

### Ситуационная задача 2

Приведите схему синтеза уксусной кислоты из этилового спирта, укажите признак последней реакции.

Решение

$5\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 5\text{CH}_3\text{CHO} + 8\text{H}_2\text{O}$

$\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$  (выпадение кирпично-красного осадка)

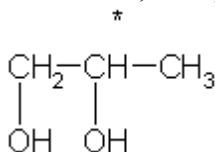
## Тема 6

### Ситуационная задача 1

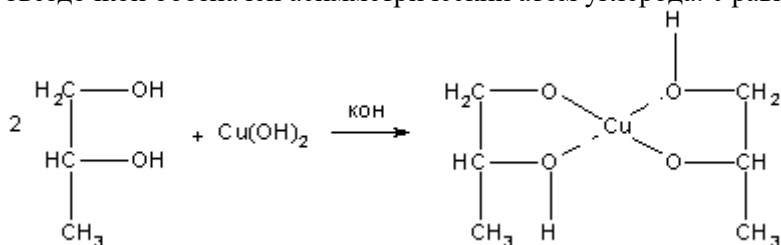
Предложите возможную структурную формулу вещества, о котором известно, что оно: а) реагирует с щелочным раствором гидроксида меди (II); б) реагирует с бромоводородной кислотой; в) не реагирует с аммиаком; г) содержит 3 атома углерода; д) оптически активно. Напишите схемы соответствующих реакций и укажите асимметрический атом углерода.

Решение

Из а) и б) следует, что вещество может представлять собой двухатомный спирт. Из в) следует, что оно не содержит атомов галогенов и карбоксильной группы. Наконец, один из трех атомов углерода должен иметь 4 разных заместителя (асимметрический атом углерода, обеспечивающий оптическую активность, т.е. существование оптических изомеров). Возможная формула вещества:



Звездочкой обозначен асимметрический атом углерода. Уравнения реакций:



ярко-синий раствор

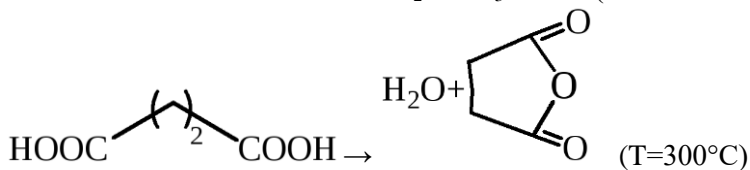
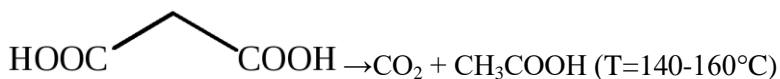
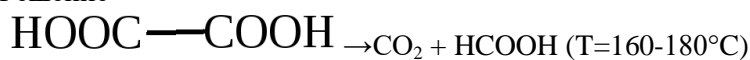
$\text{HOCH}_2\text{-CH}(\text{OH})\text{-CH}_3 + \text{HBr} \rightarrow \text{BrCH}_2\text{-CH}(\text{OH})\text{-CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .

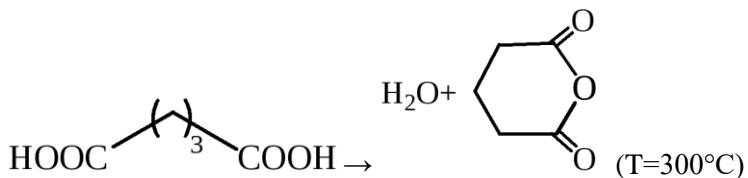
пропандиол-1,2.

### Ситуационная задача 2

Составьте схема реакций щавелевой, малоновой, янтарной, глутаровой кислот.

Решение





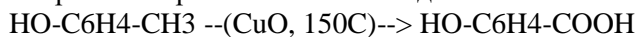
## Тема 7

### Ситуационная задача 1

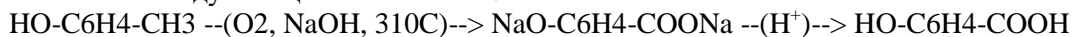
Предложите схему синтеза салициловой кислоты и ацетилсалициловой кислоты из о-крезола

Решение

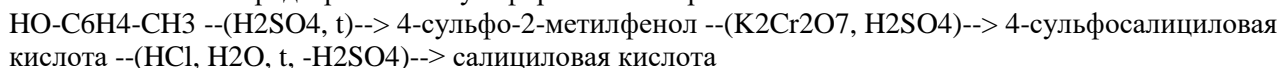
Нагревание крезоло с окисью меди:



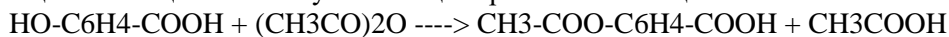
Окисление воздухом щелочного плава:



Так же окисление предварительно сульфированного крезоло:



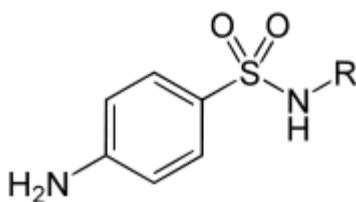
Ацетилсалициловая получается ацилированием салициловой кислоты:



### Ситуационная задача 2

Приведите структуру сульфаниламида, дайте название по систематической номенклатуре.

Решение



4-аминобензолсульфонамид

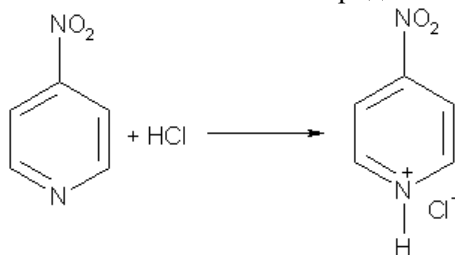
## Тема 8

### Ситуационная задача 1

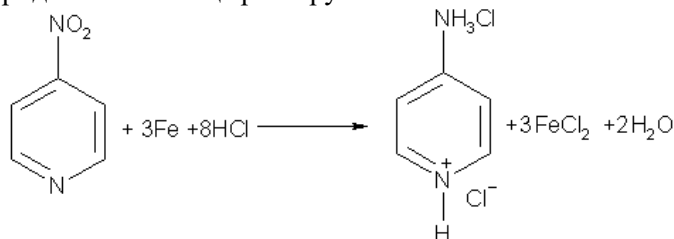
Напишите три уравнения реакций, в которые может вступать 4-нитропиридин. Предложите способ обнаружения этого соединения в его водно-спиртовом растворе.

Решение

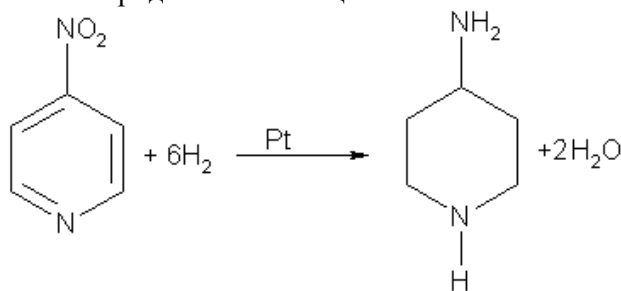
1) 4-нитропиридин проявляет основные свойства за счет пиридинового атома азота:



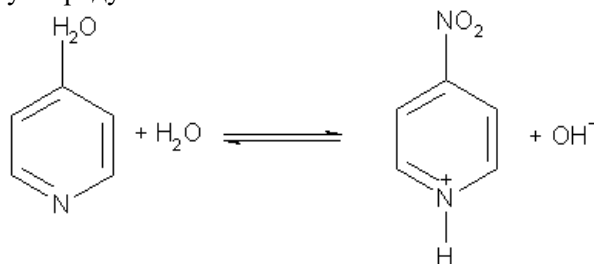
2) Нитрогруппа может быть восстановлена железом в кислой среде, при этом образующаяся аминогруппа и азот в пиридиновом кольце реагируют с соляной кислотой:



3) При взаимодействии 4-нитропиридина с водородом происходит восстановление нитрогруппы до аминогруппы и гидрирование пиридинового кольца:



Обнаружить 4-нитропиридин в водно-спиртовом растворе можно с помощью лакмуса, поскольку раствор имеет слабощелочную среду:



### Ситуационная задача 2

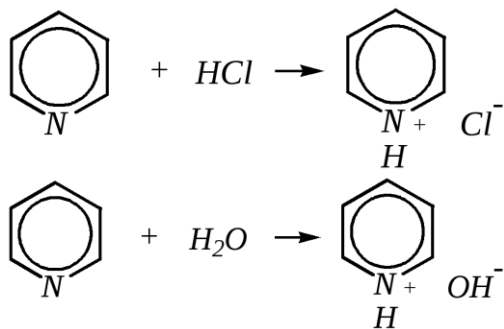
Докажите основность пиридина, приведите соответствующие примеры реакций.

Решение

Пиридин является типичным основанием с  $pK_b = 8.8$ . Его основность ниже основности аммиака и алифатических аминов, так как неподелённая электронная пара пиридинового азота, за счёт которой происходит взаимодействие с протоном, находится на  $sp^2$ -гибридной орбитали. Электронная же пара аминного атома азота находится на  $sp^3$ -гибридной орбитали, поэтому более удалена от ядра и легче взаимодействует с протоном ( $pK_b$  аммиака равна 4.8, метиламина — 2.3).

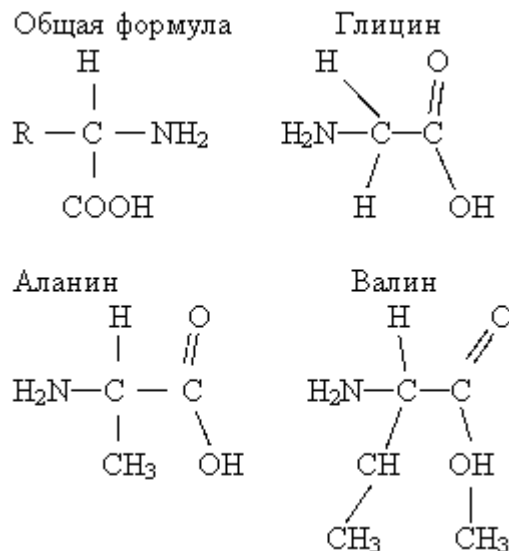
С другой стороны, основность пиридина выше основности анилина и ароматических аминов ( $pK_b$  анилина = 9.4). В молекуле анилина, как и других ароматических аминов, неподелённая электронная пара азота участвует в сопряжении с ароматическим кольцом и делокализована, а в молекуле пиридина пара электронов принадлежит только атому азота.

Основные свойства пиридина проявляются как при взаимодействии с кислотами, так и при взаимодействии с водой:



### Ситуационная задача 3

Какими свойствами обладают аминокислоты, если аминогруппа ( $-NH_2$ ) по свойствам аналогична аммиаку, а карбоксильная группа ( $-COOH$ ) карбоновой кислоте?



В чем сходство и отличие в строении этих аминокислот? Какой группой определяется уникальность свойств каждой аминокислоты?

Решение

1. Аминокислоты амфотерны, т.к. обладают и кислотными и основными свойствами.  $\text{NH}_2$  – придает основные свойства,  $\text{COOH}$  – кислые свойства.
2. Отличаются аминокислоты по радикалу, сходство что имеют все аминогруппу, карбоксильную группу, которые связаны через атом углерода (α-с).
3. Уникальность свойств аминокислот определяется радикалом аланин. Валин – с гидрофобным радикалом – неполярные аминокислоты, глицин с гидрофильным радикалом, т.е. полярная аминокислота, заменяемая в организме, аланин тоже заменяемая, а валин абсолютно незаменимая.

#### Ситуационная задача 4

Каким опытным путем доказать пептидную связь?

Решение

Биуретовая реакция на определение пептидной связи. Метод основан на способности пептидной связи в щелочной среде образовывать с сульфидом меди окрашенные комплексные соединения.

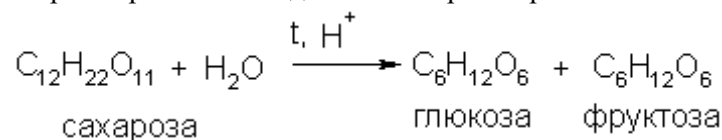
## Тема 9

#### Ситуационная задача 1

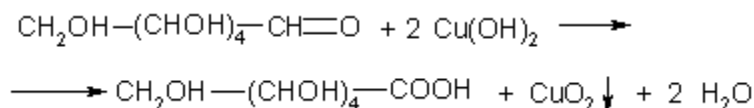
С помощью каких реакций можно осуществить следующие превращения: сахароза → глюкоза → глюконовая кислота?

Решение

Сахароза гидролизуетея при нагревании в подкисленном растворе:



Глюкоза окисляется свежеосажденным гидроксидом меди (II) с образованием глюконовой кислоты ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7$ ):



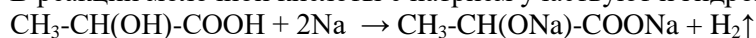
#### Ситуационная задача 2

Полученное из глюкозы соединение  $C_3H_6O_3$  в реакции с натрием образует соединение состава  $C_3H_4Na_2O_3$ , с карбонатом кальция —  $C_6H_{10}CaO_6$ , с этанолом в присутствии серной кислоты —  $C_5H_{10}O_3$ . Назовите это соединение и напишите уравнения реакций.

Решение

При молочнокислом брожении из глюкозы получается молочная (2-гидроксипропановая) кислота:  
 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3-CH(OH)-COOH$ .

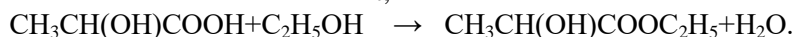
В реакции молочной кислоты с натрием участвуют и гидроксильная и карбоксильная группы:



С карбонатом кальция и с этанолом молочная кислота реагирует как обычная карбоновая кислота:



t, H<sup>+</sup>



### 3. Форма промежуточной аттестации - экзамен

#### 3.1. Вопросы к экзамену (ОПК-5.1):

1) Биоорганическая химия как область науки, изучающая строение и механизм функционирования биологически активных молекул с позиций органической химии. Предмет и задачи биоорганической химии как учебной дисциплины в медицинских вузах. Органическая химия- фундаментальная основа биоорганической химии.

2) Классификационные признаки органических соединений: строение углеродного скелета и природа функциональной группы, органические радикалы. Биологически важные классы органических соединений. Основные правила систематической номенклатуры органических соединений, заместительная и радикально-функциональная номенклатура. Понятие о структурной изомерии органических соединений.

3) Пространственное строение органических соединений. Стереохимические формулы. Конформации открытых цепей и циклических соединений. Конфигурация. Стереоиomerия молекул с одним, двумя и более центрами хиральности. Связь пространственного строения с биологической активностью.

4) Стереоиomerия в ряду соединений с двойной связью. Цис-транс - изомеры. Взаимное влияние атомов и способы его передачи в молекулах органических соединений.

5) Сопряженные системы с открытой и замкнутой цепью. Ароматичность, критерии ароматичности, ароматичность бензоидных и гетероциклических соединений.

6) Делокализация электронов как один из важнейших факторов повышения устойчивости молекул и ионов, ее широкая распространенность в биологически важных молекулах (порфин, гем).

7) Поляризация связей и электронные эффекты (индуктивный и мезомерный) как причина неравномерного распределения электронной плотности и возникновения реакционных центров в молекуле. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители.

8) Кислотность и основность органических соединений. Теории Бренстеда и Лоури. Водородная связь как специфическое проявление кислотно-основных свойств.

9) Общие закономерности реакционной способности органических соединений как химическая основа их биологического функционирования.

10) Классификация органических реакций по результату (замещение, присоединение, элиминирование, перегруппировки, окислительно-восстановительные) и по механизму - радикальные, ионные. Понятие - субстрат, реагент, реакционный центр.

11) Типы разрыва ковалентной связи в органических соединениях и образующиеся при этом частицы: свободные радикалы (гомолитический разрыв), карбокатионы и карбоанионы (гетеролитический разрыв). Электронное и пространственное строение этих частиц и факторы, обуславливающие их относительную устойчивость.

12) Реакции свободно-радикального замещения: гомолитические с участием C-H связей у  $sp^3$ -гибридизованного атома углерода. Галогенирование, окисление кислородом. Регоселективность свободно-радикального замещения в аллильных и бензильных системах.

13) Реакции электрофильного присоединения: гетеролитические реакции с участием  $\pi$ -связи. Механизм гидрогалогенирования и гидратации. Правило Марковникова и его современная трактовка.

14) Реакции электрофильного замещения: гетеролитические реакции с участием ароматической системы. Влияние заместителей в ароматическом ядре и гетероатомов в гетероциклических соединениях на реакционную способность в реакциях электрофильного замещения. Ориентирующее влияние заместителей и гетероатомов.

15) Реакции нуклеофильного замещения у  $sp^3$ -гибридизованного атома углерода: гетероциклические реакции, обусловленные поляризацией  $\sigma$ -связи углерод-гетероатом (галогенпроизводные, спирты). Легко и трудно уходящие группы. Реакция гидролиза галогенпроизводных.

16) Реакции нуклеофильного присоединения: гетеролитические реакции с участием  $\pi$  связи углерод-кислород (альдегиды, кетоны). Реакции карбонильных соединений с водой, спиртами, тиолами, первичными аминами. Влияние электронных и пространственных факторов, роль кислотного катализа, обратимость реакции нуклеофильного присоединения. Гидролиз ацеталей и иминов.

17) Реакции альдольного присоединения. Основной катализ. Строение енолят-иона. Альдольное расщепление. Биологическое значение этих процессов.

18) Реакции нуклеофильного замещения у  $sp^3$ -гибридизованного атома углерода (карбоновые кислоты и их функциональные производные). Реакции ацилирования и обратные им реакции гидролиза. Ацилирующие реагенты, их сравнительная активность. Ацилфосфаты и ацилкофермент А. Биологическая роль реакций ацилирования.

19) Реакции окисления и восстановления органических соединений. Реакции окисления спиртов, тиолов, сульфидов, карбонильных соединений, аминов. Реакции восстановления карбонильных соединений, дисульфидов, иминов. Понятие о переносе гидрид-иона и действие системы НАД<sup>+</sup> - НАДН, ФАД-ФАДН<sup>2</sup>.

20) Поли- и гетерофункциональность как один из признаков органических соединений, участвующих в процессе жизнедеятельности и являющихся родоначальниками важнейших групп лекарственных средств.

21) Циклизация и хелатообразование - свойства, присущие только поли- и гетерофункциональным соединениям. Особенности во взаимном влиянии функциональных групп в зависимости от относительного расположения.

22) Многоатомные спирты: этиленгликоль, глицерин, инозит. Образование хелатных комплексов как качественная реакция на  $\alpha$ -диольный фрагмент.

23) Двухатомные фенолы: гидрохинон, резорцин, пирокатехин. Окисление двухатомных фенолов. Система гидрохинон-хинон. Фенолы как антиоксиданты (ловушка свободных радикалов).

24) Полиамины: этилендиамин, путресцин, кадаверин. Аминоспирты: аминоэтанол (коламин), холин, ацетилхолин. Аминофенолы: дофамин, норадреналин, адреналин. Понятие о биологической роли этих соединений и их производных.

25) Двухосновные карбоновые кислоты: щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая, фумаровая. Превращение янтарной кислоты в фумаровую как пример биологической реакции дегидрирования.

26) Угольная кислота и ее производные (уретаны, уреиды кислот, мочевины). Гуанидин. Карбамоилфосфат.

27) Гидрокси- и аминокислоты. Реакция циклизации. Лактоны. Лактамы. Гидролиз лактонов, лактамов. Реакции элиминирования  $\beta$ -гидрокси- и  $\beta$ -аминокислот.

28) Одноосновные (молочная,  $\beta$ - и  $\gamma$ -гидроксимасляные), двухосновные (яблочная, винные), трехосновные (лимонная) гидроксикислоты. Образование лимонной кислоты в результате альдольного присоединения. Представление о строении  $\beta$ -лактамных антибиотиков.

29) Альдегидо- и кетонокислоты: глиоксильная, пировиноградная (фосфоенолпируват), ацетоуксусная, щавелевоуксусная,  $\alpha$ -оксоглутаровая. Реакции декарбоксилирования  $\beta$ -кетоникислот и окислительного декарбоксилирования  $\alpha$ -кетоникислот. Кетоенольная таутомерия.

30) Гетерофункциональные производные бензольного ряда как лекарственные средства. Салициловая кислота и ее производные (ацетилсалициловая кислота, фенилсалицилат). *p*-аминобензойная кислота и ее производные (анестезин, новокаин).

Биологическая роль *p*-аминобензойной кислоты. Сульфаниловая кислота и ее амид (стрептоцид). Сульфаниламидные препараты.

31) Гетероциклы с одним гетероатомом. Пиррол, индол, пиридин, хиолин. Понятие о строении тетрапиррольных соединений (порфин, гем). Биологически важные производные пиридина - никотинамид, пиридоксаль, производные изоникотиновой кислоты.

32) Гетероциклы с несколькими гетероатомами. Пиразол. Имидазол, тиазол, пиразин, пиримидин, пурин. Таутомерия на примере имидазола. Пиразолон-5- основа ненаркотических анальгетиков. Барбитуровая кислота и ее производные. Гидроксипурины (гипоксантин, ксантин, мочева кислота). Биотин. Тиамин. Понятие о строении и биологической роли.

33) Алкалоиды. Метилированные ксантины (теобромин, теофиллин, кофеин). Представление о строении никотина, морфина, хинина, атропина. Понятие об антибиотиках.

34) Аминокислоты. Входящие в состав белков. Строение. Номенклатура. Стереизомерия. Кислотно-основные свойства, биполярная структура. Классификация с учетом различных признаков: по химической природе радикала и содержащихся в нем заместителей; по кислотно-основным свойствам.

35) Химические свойства  $\alpha$ -аминокислот как гетерофункциональных соединений. Образование внутрикомплексных солей. Реакции этерификации, ацилирования, алкилирования, образование иминов. Биологически важные реакции  $\alpha$ -аминокислот. Реакции дезаминирования (неокислительного и окислительного). Реакции гидроксирования. Декарбокислирование  $\alpha$ -аминокислот - путь к образованию биогенных аминов и биорегуляторов (коламин, гистамин, триптамин, серотонин, кадаверин,  $\beta$ -аланин,  $\gamma$ -аминомасляная кислота).

36) Пептиды. Строение пептидной группы. Гидролиз пептидов. Установление аминокислотного состава с помощью современных физико-химических методов. Установление первичной структуры пептидов. Определение аминокислотной последовательности. Первичная структура белков. Частичный и полный гидролиз. Понятие о сложных белках. Гликопротеины, липопротеины, нуклеопротеины, фосфопротеины.

37) Углеводы. Моносахариды. Классификация. Стереизомерия моносахаридов. D- и L- стереохимические ряды. Открытые и циклические формы. Формулы Фишера и формулы Хеурса. Фуранозы и пиранозы;  $\alpha$ - и  $\beta$ -аномеры. Цикло-оксо - таутомерия. Конформация пиранозных форм моносахаридов.

38) Строение наиболее важных представителей пентоз (рибоза, ксилоза); гексоз (глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза); дезоксисахаров (2- дезоксирибоза); аминсахаров (глюкозамин, маннозамин, галактозамин).

39) Нуклеофильное замещение у аномерного центра в циклических формах моносахаридов. O- и N- гликозиды. Гидролиз гликозидов. Фосфаты моносахаридов. Ацилирование аминсахаров. Окисление моносахаридов. Восстановительные свойства альдоз. Гликоновые, гликаровые, гликуроновые кислоты. Аскорбиновая кислота. Восстановление моносахаридов (ксилит, сорбит, маннит).

40) Олигосахариды. Дисахариды: мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Строение, цикло-оксо - таутомерия. Восстановительные свойства. Гидролиз. Конформационное строение мальтозы и целлобиозы.

41) Полисахариды. Гомополисахариды: крахмал (амилоза и амилопектин), гликоген, декстран, целлюлоза. Пектины (полигалактуроновая кислота). Первичная структура, гидролиз. Понятие о вторичной структуре (амилоза, целлюлоза). Гетерополисахариды: гиалуроновая кислота, хондроитин - сульфаты. Первичная структура. Представление о строении гепарина. Понятие о смешанных биополимерах (пептедогликаны, протеоглики, гликопротеины, гликолипиды).

42) Нуклеиновые кислоты. Пиримидиновые (урацил, тимин, цитозин) и пуриновые (аденин, гуанин) основания. Ароматические свойства. Лактим-лактамина таутомерия. Реакции дезаминирования. Комплементарность нуклеиновых оснований. Водородные связи в комплементарных парах нуклеиновых оснований.

43) Нуклеозиды. Гидролиз нуклеозидов. Нуклеотиды. Строение моонуклеотидов, образующих нуклеиновые кислоты. Гидролиз нуклеотидов.



44) Первичная структура нуклеиновых кислот. Фосфодиэфирная связь. Рибонуклеиновые и дезоксирибонуклеиновые кислоты. Нуклеотидный состав РНК и ДНК. Гидролиз нуклеиновых кислот. Понятие о вторичной структуре ДНК. Роль водородных связей в формировании вторичной структуры. Лекарственные средства на основе модифицированных нуклеиновых оснований (фторурацил, меркаптопурин). Изменение структуры нуклеиновых кислот под действием химических веществ. Мутагенное действие азотистой кислоты.

45) Нуклеозидмоно- и полифосфаты. АМФ, АДФ, АТФ. Никотинамиднуклеотидные кофакторы. Строение НАД<sup>+</sup> и его фосфата НАДФ<sup>+</sup>. Система НАД<sup>+</sup> - НАДН.

46) Липиды. Омыляемые липиды. Нейтральные липиды. Естественные жиры как смесь триацилглицеринов. Природные высшие жирные кислоты: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахионовая. Пероксидное окисление фрагментов жирных кислот в клеточных мембранах.

47) Фосфолипиды. Фосфатидовые кислоты. Фосфатидилколедины и фосфатидилсерин (кефалины), фосфатидилхолин (лецитин)- структурные компоненты клеточных мембран.

48) Сфинголипиды, керамиды, сфингомиелины. Гликолипиды (цереброзиды, ганглиозиды).

49) Неомыляемые липиды. Терпены. Моно- и бициклические терпены. Лимонен, ментол, камфора. Сопряженные полиены: каротиноиды, витамин А.

50) Стероиды. Представление об их биологической роли. Стеран, конформационное строение 5 $\alpha$ - и 5 $\beta$ - стеранового скелета. Углеводороды- родоначальники групп стероидов: эстрани, андростан, прегнани, холани, холестани. Стероидные гормоны. Эстрогены, андрогены, гестагены, кортикостероиды. Желчные кислоты. Холевая кислота. Гликохолевая и таурохолевая кислоты. Стерины. Холестерин. Эргостерин. Превращение его в витамин группы D. Агликоны сердечных гликозидов. Дигитоксигенин. Строфантиндин.

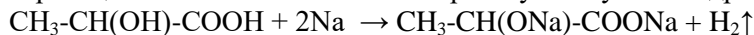
### 3.2. Экзаменационные задачи (ОПК-5.1):

1) Полученное из глюкозы соединение C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub> в реакции с натрием образует соединение состава C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>Na<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, с карбонатом кальция — C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>CaO<sub>6</sub>, с этанолом в присутствии серной кислоты — C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O<sub>3</sub>. Назовите это соединение и напишите уравнения реакций.

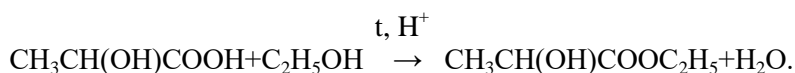
Решение:

При молочнокислом брожении из глюкозы получается молочная (2-гидроксипропановая) кислота: C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> → 2CH<sub>3</sub>-CH(OH)-COOH.

В реакции молочной кислоты с натрием участвуют и гидроксильная и карбоксильная группы:



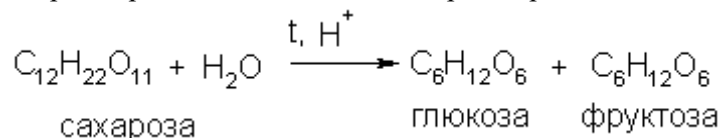
С карбонатом кальция и с этанолом молочная кислота реагирует как обычная карбоновая кислота:



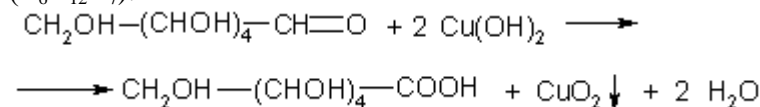
2) С помощью каких реакций можно осуществить следующие превращения: сахароза → глюкоза → глюконовая кислота?

Решение.

Сахароза гидролизуеться при нагревании в подкисленном растворе:



Глюкоза окисляется свежесосажденным гидроксидом меди (II) с образованием глюконовой кислоты (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>7</sub>):



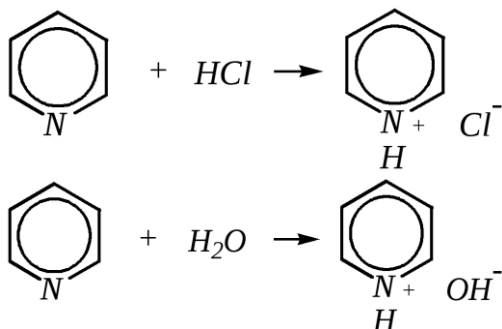
3) Докажите основность пиридина, приведите соответствующие примеры реакций.

Решение.

Пиридин является типичным основанием с  $pK_b = 8.8$ . Его основность ниже основности аммиака и алифатических аминов, так как неподелённая электронная пара пиридинового азота, за счёт которой происходит взаимодействие с протоном, находится на  $sp^2$ -гибридной орбитали. Электронная же пара аминного атома азота находится на  $sp^3$ -гибридной орбитали, поэтому более удалена от ядра и легче взаимодействует с протоном ( $pK_b$  аммиака равна 4.8, метиламина — 2.3).

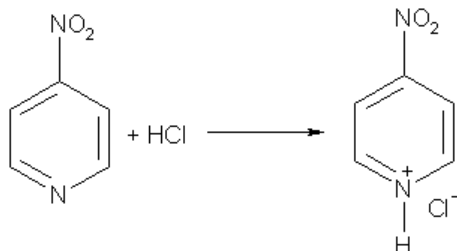
С другой стороны, основность пиридина выше основности анилина и ароматических аминов ( $pK_b$  анилина = 9.4). В молекуле анилина, как и других ароматических аминов, неподелённая электронная пара азота участвует в сопряжении с ароматическим кольцом и делокализована, а в молекуле пиридина пара электронов принадлежит только атому азота.

Основные свойства пиридина проявляются как при взаимодействии с кислотами, так и при взаимодействии с водой:

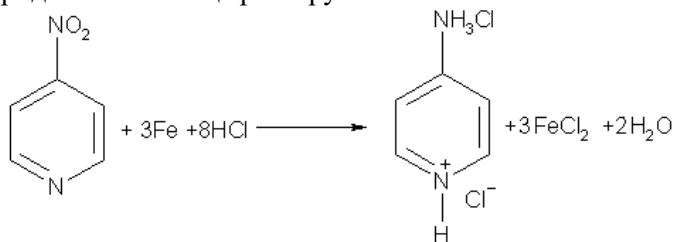


4) Напишите три уравнения реакций, в которые может вступать 4-нитропиридин. Предложите способ обнаружения этого соединения в его водно-спиртовом растворе.

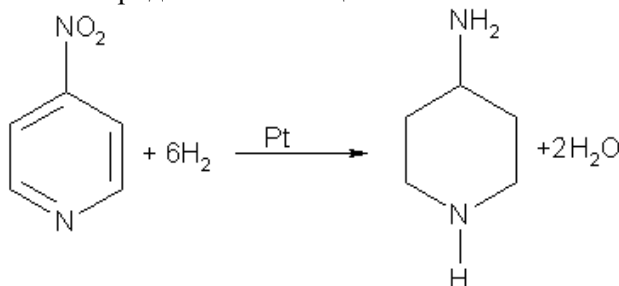
Решение. 1) 4-нитропиридин проявляет основные свойства за счет пиридинового атома азота:



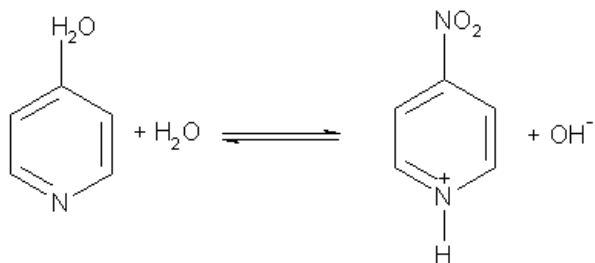
2) Нитрогруппа может быть восстановлена железом в кислой среде, при этом образующаяся аминогруппа и азот в пиридиновом кольце реагируют с соляной кислотой:



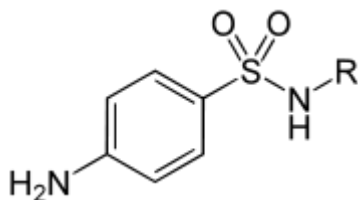
3) При взаимодействии 4-нитропиридина с водородом происходит восстановление нитрогруппы до аминогруппы и гидрирование пиридинового кольца:



Обнаружить 4-нитропиридин в водно-спиртовом растворе можно с помощью лакмуса, поскольку раствор имеет слабощелочную среду:



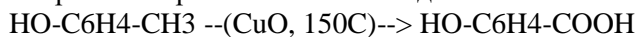
5) Приведите структуру сульфаниламида, дайте название по систематической номенклатуре.  
Решение.



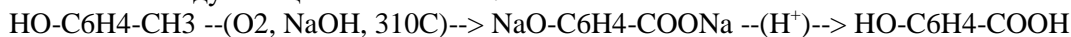
4-аминобензолсульфонамид

6) Предложите схему синтеза салициловой кислоты и ацетилсалициловой кислоты из о-крезола.  
Решение.

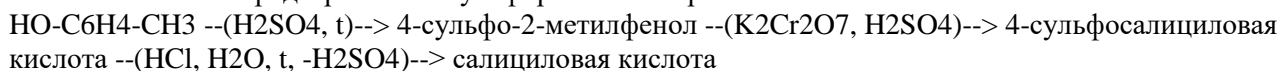
Нагревание крезол с окисью меди:



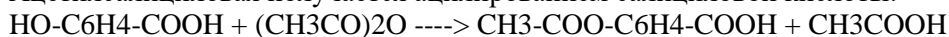
Окисление воздухом щелочного плава:



Так же окисление предварительно сульфированного крезол:



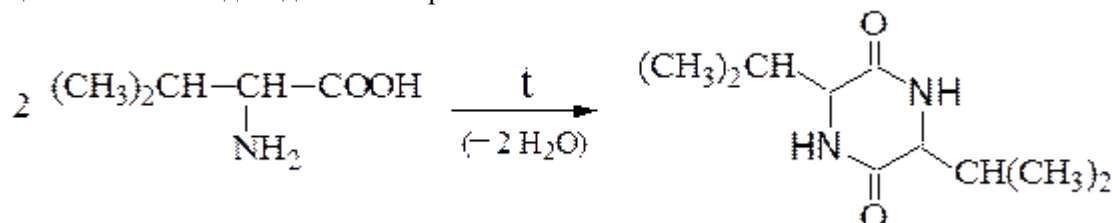
Ацетилсалициловая получается ацилированием салициловой кислоты:



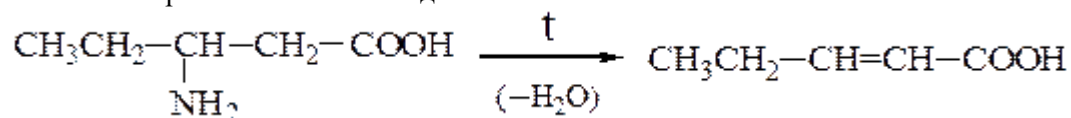
7) Написать реакции внутри- и межмолекулярной конденсации а, b и g аминокислот.

Решение.

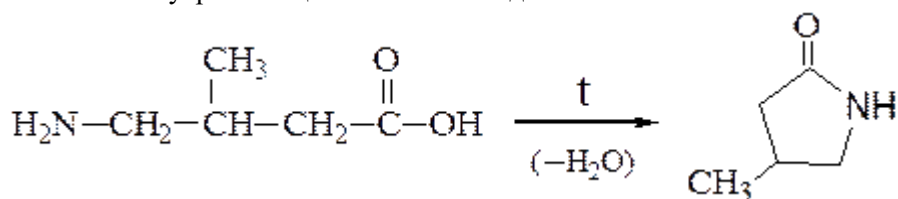
При нагревании аминокислоты разлагаются с образованием различных продуктов в зависимости от их типа. При нагревании **α-аминокислот** в результате межмолекулярной дегидратации образуются циклические амиды - дикетопиперазины:



При нагревании **β-аминокислот** от них отщепляется аммиак с образованием α, β-непредельных кислот с сопряженной системой двойных связей:



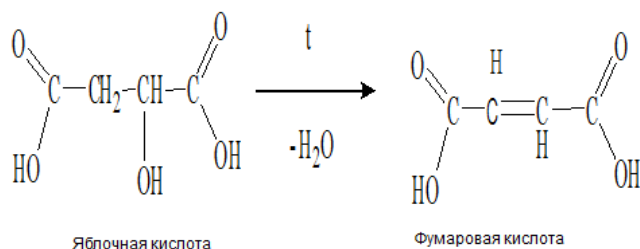
Нагревание **γ- и δ-аминокислот** сопровождается внутримолекулярной дегидратацией и образованием внутренних циклических амидов – лактамов:



8) Приведите реакцию дегидратации яблочной кислоты, приводящую к образованию в организме fumarовой кислоты.

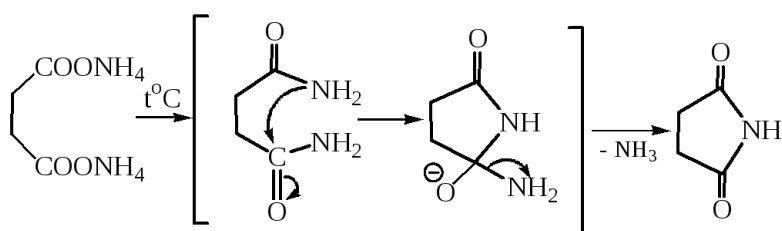
Решение.

### Пример реакции дегидратации

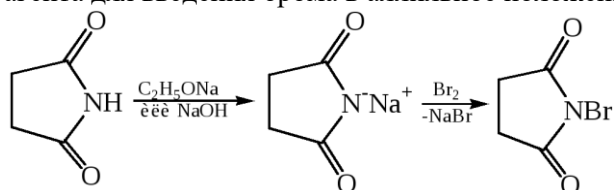


9) Составьте схему синтеза имида янтарной кислоты (сукцинимида). В чем его особенность?

Решение.

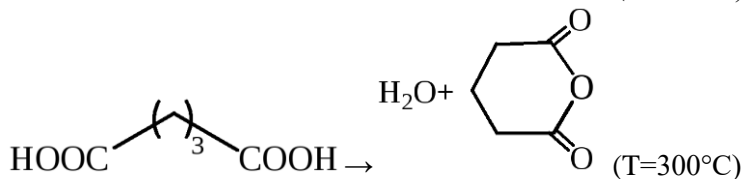
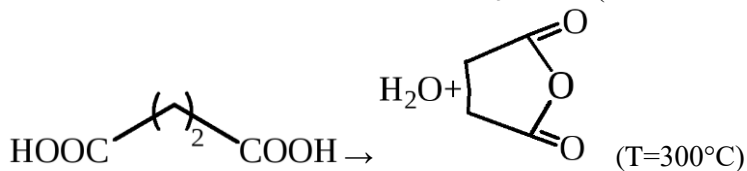
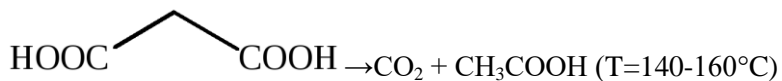
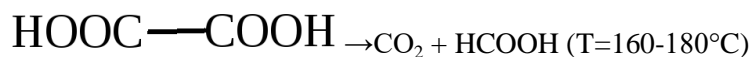


В сукцинимиде атом водорода в иминогруппе обладает значительной протонной подвижностью, что вызвано электроноакцепторным влиянием двух соседних карбонильных групп. На этом основано получение *N*-бром-сукцинимида – соединения, широко используемого в качестве бромлирующего агента для введения брома в аллильное положение:



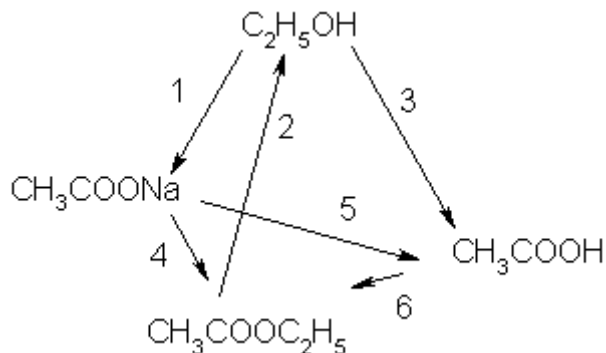
10) Составьте схема реакций щавелевой, малоновой, янтарной, глутаровой кислот.

Решение.



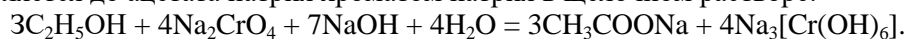
11) Предложите возможную структурную формулу вещества, о котором известно, что оно: а) реагирует с щелочным раствором гидроксида меди (II); б) реагирует с бромоводородной кислотой; в) не реагирует с аммиаком; г) содержит 3 атома углерода; д) оптически активно. Напишите схемы соответствующих реакций и укажите асимметрический атом углерода.



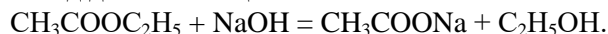


Решение.

1) Этанол окисляется до ацетата натрия хроматом натрия в щелочном растворе:



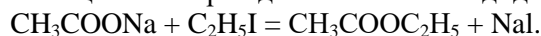
2) Этилацетат гидролизуетея под действием щелочей:



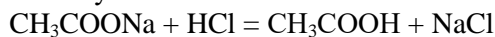
3) Этанол окисляется до уксусной кислоты дихроматом калия в кислом растворе:



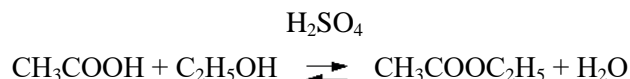
4) Этилацетат можно получить из ацетата натрия действием этилиодида:



5) Уксусная кислота — слабая, поэтому сильные кислоты вытесняют ее из ацетатов:



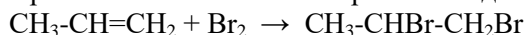
6) Сложный эфир образуется при нагревании уксусной кислоты с этанолом в присутствии серной кислоты:



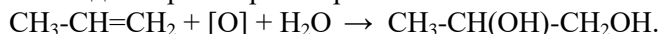
16) С помощью каких химических реакций можно очистить пропан от примеси пропена?

Решение.

Пропен можно поглотить бромной водой:

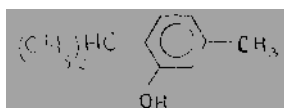


или водным раствором перманганата калия:



Пропан с этими веществами не реагирует и улетучивается.

17) Количественное содержание тимолола (противоглистное средство) в лекарственных препаратах определяется броматометрически.



Какая реакция лежит в основе данного метода? Какие факторы влияют на протекание данной реакции?

Решение

В основе метода лежит реакция электрофильного замещения в ароматическом ядре. При наличии нескольких заместителей необходимо учитывать их совместное ориентирующее влияние.

**ОРИЕНТАЦИЯ В ДИЗАМЕЩЕННОМ АРОМАТИЧЕСКОМ КОЛЬЦЕ:**

- **СОГЛАСОВАННАЯ** - заместители направляют входящий электрофильный реагент в одни и те же положения ароматического кольца.

- **НЕСОГЛАСОВАННАЯ** - заместители ориентируют вступающую электрофильную частицу в разные положения ароматического кольца.

Планируя синтез замещенных бензолов необходимо учитывать следующее:

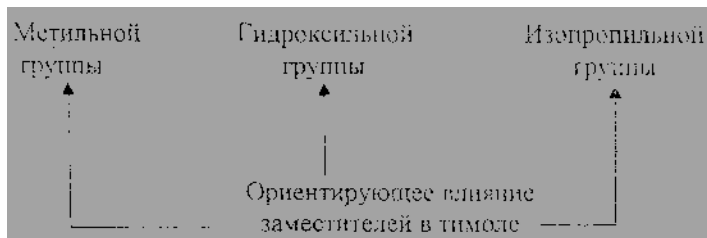
1. Если бензольное кольцо содержит две активирующие группы, то более сильный активатор направляет вступление третьего заместителя.

5. Если в бензольном кольце находятся активатор и дезактиватор, то место вступления третьего заместителя контролирует активирующая группа.

6. Если два объемных заместителя находятся в *мета*-положении по отношению друг к другу, независимо от их ориентирующего влияния, маловероятно, что входящий электрофил размещается между ними вследствие пространственных затруднений.

7. В полизамещенном бензольном кольце необходимо учитывать ориентирующее влияние всех заместителей.

Тимол - тризамещенное производное бензола, содержащее метильную  $\text{CH}_3$ -, изопропильную  $(\text{CH}_3)_2\text{CH}$ - и гидроксильную  $\text{OH}$ -группы. Все заместители *о*-, *п*- ориентанты, из них гидроксил самый сильный, вследствие +M-эффекта.



Влияние метильной и гидроксильной групп - пример согласованной ориентации, активируются одинаковые положения бензольного кольца. Как видно из приведенных формул, наиболее активными положениями к атаке электрофильным реагентом является 4 и 6. Именно в эти положения будет происходить электрофильное замещение.

Заключение: Реакция бромирования тимола (электрофильное замещение) будет проходить в положения 4 и 6. Эти положения активируются за счет согласованной ориентации метильной и гидроксильной групп.

18) Расположите спирты в порядке уменьшения их кислотных свойств: а) трет-бутиловый, бутиловый, метиловый; б) 4-хлорфенол, 2,4-диметилфенол, 2,4,6-трихлорфенол, фенол, циклогексанол; в) м-нитрофенол, фенол, пара-крезол, 2,4,6-тринитрофенол; г) бензиловый спирт, фенол, 1-циклогексилэтанол

Решение.

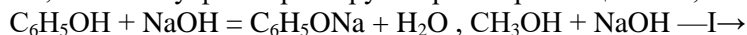
Положение кислотно-основного равновесия определяется устойчивостью соответствующего аниона – чем она выше, тем более сильной кислотой является спирт. В связи с этим фенолы являются более сильными кислотами, чем алифатические спирты. Донорные заместители в бензольном кольце молекулы фенола снижают кислотность, акцепторные – повышают. Эффект особенно заметен в том случае, когда заместитель расположен в орто-пара-положениях. Поэтому общий ряд кислотности выглядит следующим образом: 2,4,6-трихлорфенол > 4-хлорфенол > фенол > 2,4-диметилфенол > циклогексильный спирт.

19) Расположите в порядке возрастания кислотности следующие вещества: фенол, сернистая кислота, метанол. Приведите уравнения химических реакций, подтверждающие правильность выбранной последовательности.

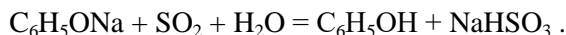
Решение

Правильный ряд выглядит так:  $\text{CH}_3\text{OH} < \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} < \text{H}_2\text{SO}_3$ .

Фенол сильнее метанола, поскольку фенол реагирует с растворами щелочей, а метанол — нет:



Далее воспользуемся правилом, согласно которому более сильная кислота вытесняет более слабую из ее солей.



Заключение: Фенол вытесняется сернистой кислотой из фенолята натрия, следовательно, сернистая кислота сильнее фенола.

20) Укажите вид и знаки электронных эффектов хлора в молекулах хлорбензола  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-Cl}$  и хлористого бензила  $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{-Cl}$ . Изобразите эффекты графически.

Решение.

В молекуле хлорбензола атом хлора проявляет –I-эффект из-за большей электроотрицательности хлора по сравнению с углеродом. Графическое изображение –I-эффекта атома хлора Cl Кроме того, атом хлора в молекуле хлорбензола проявляет мезомерный эффект. Это становится понятным, если допустить, что атом хлора находится в  $\text{sp}^2$ -гибризованном состоянии, и неподеленная пара электронов на негибризованной p-орбитали частично смещена в сторону бензольного кольца в результате образования единой сопряженной восьмиелектронной орбитали Cl 30 Следовательно,

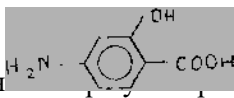
атом хлора в молекуле хлорбензола проявляет как –I-эффект, так и +M-эффект, что графически изображается следующим образом: Cl Установлено, что у атома хлора –I-эффект больше, чем +M-эффект; поэтому атом хлора является электроноакцепторным заместителем. В молекуле хлористого бензила хлор проявляет только отрицательный индуктивный эффект (-I). Мезомерный эффект хлора в этой молекуле не проявляется, потому что атом хлора отделен от бензольного кольца двумя простыми  $\sigma$ -связями и его неподеленная электронная пара не может вступать в сопряжение с  $\pi$ -электронной системой бензольного кольца CH<sub>2</sub> Cl В молекуле хлористого бензила атом хлора является электроноакцепторным заместителем.

21) Укажите вид и знаки электронных эффектов карбоксильной группы в пропановой CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>COOH и акриловой CH<sub>2</sub> = CH - COOH кислотах. Изобразите эффекты графически.

Решение.

В молекуле пропановой кислоты карбоксильная группа –COOH проявляет отрицательный индуктивный эффект (-I). Это объясняется сильной поляризацией связи C = O и C – O под влиянием более электроотрицательного атома кислорода. Графическое изображение –I-эффекта CH<sub>3</sub> → CH<sub>2</sub> → C(OH) = O или OH CH<sub>3</sub> CH<sub>2</sub> C O OH Карбоксильная группа в пропановой кислоте является электроноакцепторным заместителем. В молекуле акриловой кислоты –I-эффект карбоксильной группы сохраняется. Кроме того, в молекуле акриловой кислоты имеются две двойные связи, C = C и C = O, разделенные одной простой связью C – C. Поэтому возможно  $\pi, \pi$ -сопряжение C C C C -сопряжение Следовательно, карбоксильная группа в молекуле акриловой кислоты проявляет также и мезомерный эффект, который является отрицательным (-M) из-за поляризации двойных связей в сторону более электроотрицательного атома кислорода. Графически M-эффект изображается изогнутыми стрелками H<sub>2</sub>C CH C O OH Таким образом, в результате суммарного действия –I- и –M-эффектов электронная плотность на CH<sub>2</sub> = фрагменте молекулы акриловой кислоты понижена ( $\delta^+$ ), а на атоме кислорода C = O связи, наоборот, повышена ( $\delta^-$ ). Общее распределение электронной плотности в молекуле акриловой кислоты с учетом –I- и –M-эффектов можно изобразить графически следующим образом: 29 CH<sub>2</sub> CH C O или CH<sub>2</sub> CH OH C O OH Карбоксильная группа в молекуле акриловой кислоты является сильным электроноакцепторным заместителем.

22) К группе противотуберкулезных средств относится парааминосалициловая кислота (ПАСК):

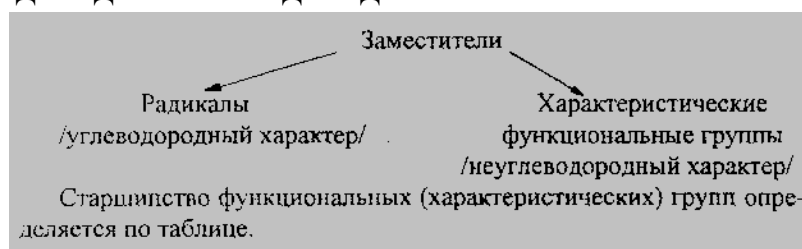


Определите в этом соединении характерную функциональную группу и выделите родоначальную структуру, назовите соединение по МН.

Решение

Органическая химия - это химия углеводородов и их производных. Исходя из этого, систематическая (международная) номенклатура это, фактически, заместительная номенклатура. Выбор родоначальной (исходной) структуры и определение старшинства заместителей, связанных с ней основные операции при построении названия органических соединений по заместительной номенклатуре.

ЗАМЕСТИТЕЛИ - СТРУКТУРНЫЕ ФРАГМЕНТЫ, ЗАМЕНЯЮЩИЕ ОДИН ИЛИ НЕСКОЛЬКО АТОМОВ ВОДОРОДА В УГЛЕВОДОРОДЕ.



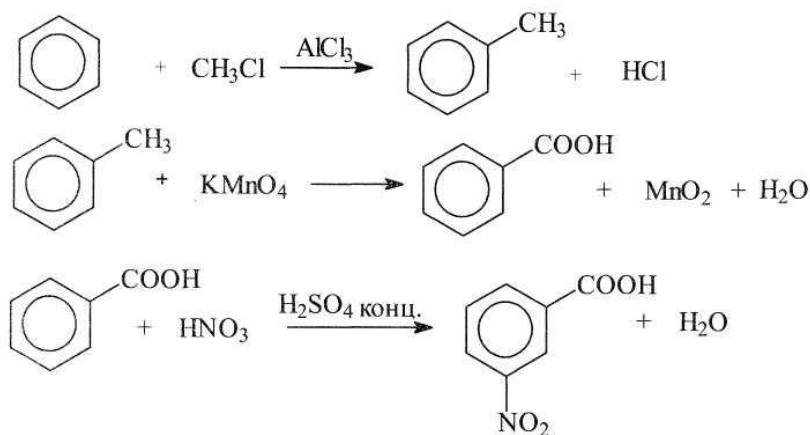
РОДОНОЧАЛЬНАЯ (ИСХОДНАЯ) СТРУКТУРА - ТА ЧАСТЬ СОЕДИНЕНИЯ, К КОТОРОЙ ПРИМЫКАЕТ МАКСИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО СТАРШИХ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИХ ГРУПП.

Родоначальной структурой может быть открытая углеродная цепь (главная цепь), карбоциклы или гетероциклы. Желательно, чтобы главная цепь включала возможно большее число атомов углерода и для непредельных соединений была максимально ненасыщенной.

*n*-Аминосалициловая кислота является гетерофункциональным («гетерос» - разный) соединением, так как в ее состав входят различные функциональные группы - карбоксильная -COOH, гидроксильная







25) Сравните реакционную способность хлорэтена, этенкарбоновой кислоты и тетраметилэтилена в  $A_E$ -реакциях. Ответ объясните, расположите соединения в порядке уменьшения реакционной способности.

Решение.

Реакционная способность в реакциях  $A_E$  зависит от наличия заместителей при двойной связи в молекуле субстрата: электронодонорные заместители увеличивают реакционную способность, электроноакцепторные заместители наоборот, уменьшают реакционную способность. Поэтому соединения надо расположить в следующем ряду: тетраметилэтилен, хлорэтен, этенкарбоновая кислота.

### 3.3 Вопросы базового минимума по дисциплине

1. Предмет биоорганической химии. Классификация органических соединений.
2. Систематическая номенклатура, применяемая для названия органических соединений.
3. Изомерия органических соединений, ее виды.
4. Электронные эффекты в органической химии.
5. Кислотно-основные свойства органических соединений.
6. Классификация органических реакций.
7. Алканы.
8. Непредельные углеводороды.
9. Сопряженные системы. Ароматичность.
10. Спирты.
11. Фенолы.
12. Простые эфиры.
13. Карбонильные соединения.
14. Карбоновые кислоты.
15. Азотсодержащие соединения. Амины. Понятия о аминспиртах и аминофенолах.
16. Аминокислоты. Качественные реакции.
17. Оптическая изомерия аминокислот. Изoeлектрическая точка.
18. Пептиды. Белки, их строение. Качественные реакции.
19. Углеводы. Моносахариды, классификация, их стереоизомерия.
20. Представители гексоз, аномеры.
21. Химические свойства моносахаридов.
22. Дисахариды.
23. Полисахариды. Гомополисахариды.
24. Полисахариды. Гетерополисахариды.
25. Липиды. Простые липиды.
26. Липиды. Сложные липиды.
27. Нуклеиновые кислоты.
28. Стероиды.
29. Алкалоиды.
30. Стероидные гормоны.

**4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций**

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении студентами дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение студентами необходимыми компетенциями. Результат аттестации студентов на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций студентами.

**4.1. Перечень компетенций, планируемых результатов обучения и критериев оценивания освоения компетенций**

Формируемая компетенция/индикатор	Содержание компетенции/индикатора	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения (дескрипторы) по пятибалльной шкале				
			1	2	3	4	5
ОПК-8	Способен использовать основные физико-химические, математические и естественнонаучные понятия и методы при решении профессиональных задач	Знать: основные физико-химические, математические и естественнонаучные понятия и методы, используемые для решения профессиональных задач					
		Уметь: применять знания основных физико-химических, математических и естественнонаучных понятий и методов для решения профессиональных задач в рамках изучаемой дисциплины					
		Владеть: способами применения знаний об основных физико-химических, математических и естественнонаучных понятиях и методах для решения профессиональных задач в рамках изучаемой дисциплины					

иОПК-8.1	Использует при решении профессиональных задач основные физико-химические, математические и естественно-научные понятия и методы	Знать принципы использования основных физико-химических, математических и естественнонаучных понятий и методов при решении задач в области стоматологии	отсутствия знаний основных понятий и определений дисциплины обучающийся показывает значительные затруднения при ответе на предложенные основные и дополнительные вопросы	отсутствия знаний значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями излагает материал.	имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала	показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, но, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; но не полностью раскрывает смысл предлагаемого вопроса	показывает отличные знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; раскрывает весь смысл предлагаемого вопроса
		<b>Уметь:</b> Использовать знания физико-химических, математических и естественнонаучных понятий и методов при решении задач в области стоматологии	Обучающийся не может использовать теоретические знания по дисциплине для решения практических профессиональных задач в рамках РП	Обучающийся не может использовать теоретические знания части программного материала, допускает существенные ошибки	Обучающийся может использовать теоретические знания материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, нарушения логической последовательности	Обучающийся может использовать теоретические знания материала самостоятельно, но, логично и последовательно интерпретирует материалы учебного курса, но допускает существенные неточности	Обучающийся может использовать теоретические знания материала самостоятельно, логично и последовательно интерпретирует материалы учебного курса

		<p><b>Владеть:</b>          Навыками применения основных физико-химических, математических и естественнонаучных понятий и методов в своей профессиональной сфере</p>	<p>Не владеет навыками в соответствии с требованиями РП дисциплины</p>	<p>Не владеет навыками части программного материала, допускает существенные ошибки</p>	<p>Владеет частью навыков в соответствии с требованиями РП дисциплины</p>	<p>Владеет большей частью навыков в соответствии с требованиями РП дисциплины и может реализовать их в своей профессиональной деятельности</p>	<p>Владеет всеми навыками в соответствии с требованиями РП дисциплин и может реализовать их в своей профессиональной деятельности</p>
--	--	--	--	--	---	--	---

## 4.2. Шкала, и процедура оценивания

### 4.2.1. процедуры оценивания компетенций (результатов)

№	Компоненты контроля	Характеристика
1.	Способ организации	традиционный;
2.	Этапы учебной деятельности	Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация
3.	Лицо, осуществляющее контроль	преподаватель
4.	Массовость охвата	Групповой, индивидуальный;
5.	Метод контроля	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, решение ситуационных задач, доклад/устные реферативные сообщения.

### 4.2.2. Шкалы оценивания компетенций (результатов освоения)

#### Для устного ответа:

- Оценка "отлично" выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, причем не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами обоснования своего ответа.
- Оценка "хорошо" выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет необходимыми навыками и приемами обоснования своего ответа.
- Оценка "удовлетворительно" выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
- Оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями излагает материал.
- Как правило, оценка "неудовлетворительно" ставится студентам, которые не могут изложить без ошибок, носящих принципиальный характер материал, изложенный в обязательной литературе.

#### Для стандартизированного тестового контроля:

Оценка «отлично» выставляется при выполнении без ошибок более 90 % заданий.

Оценка «хорошо» выставляется при выполнении без ошибок более 70 % заданий.

Оценка «удовлетворительно» выставляется при выполнении без ошибок более 50 % заданий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется при выполнении без ошибок менее 50 % заданий.

#### Для оценки доклада/устных реферативных сообщений:

Оценка «отлично» выставляется, если реферативное сообщение соответствует всем требованиям оформления, представлен широкий библиографический список. Содержание отражает собственный аргументированный взгляд студента на проблему. Тема раскрыта всесторонне, отмечается способность студента к интегрированию и обобщению данных первоисточников, присутствует логика изложения материала. Имеется иллюстративное сопровождение текста.

Оценка «хорошо» выставляется, если реферативное сообщение соответствует всем требованиям оформления, представлен достаточный библиографический список. Содержание отражает аргументированный взгляд студента на проблему, однако отсутствует собственное видение проблемы. Тема раскрыта всесторонне, присутствует логика изложения материала.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если реферативное сообщение не полностью соответствует требованиям оформления, не представлен достаточный библиографический список. Аргументация взгляда на проблему не достаточно убедительна и не охватывает полностью современное состояние проблемы. Вместе с тем присутствует логика изложения материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если тема реферативного сообщения не раскрыта, отсутствует убедительная аргументация по теме работы, использовано не достаточное для раскрытия темы реферативного сообщения количество литературных источников.

**Для оценки решения ситуационной задачи:**

Оценка «отлично» выставляется, если задача решена грамотно, ответы на вопросы сформулированы четко. Эталонный ответ полностью соответствует решению студента, которое хорошо обосновано теоретически.

Оценка «хорошо» выставляется, если задача решена, ответы на вопросы сформулированы не достаточно четко. Решение студента в целом соответствует эталонному ответу, но не достаточно хорошо обосновано теоретически.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если задача решена не полностью, ответы не содержат всех необходимых обоснований решения.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если задача не решена или имеет грубые теоретические ошибки в ответе на поставленные вопросы

**4.3. Шкала и процедура оценивания промежуточной аттестации**

**Критерии оценки экзамена (в соответствии с п.4.1):**

Оценка «отлично» выставляется, если при ответе на все вопросы билета студент демонстрирует полную сформированность заявленных компетенций, отвечает грамотно, полно, используя знания основной и дополнительной литературы.

Оценка «хорошо» выставляется, если при ответе на вопросы билета студент демонстрирует сформированность заявленных компетенций, грамотно отвечает в рамках обязательной литературы, возможны мелкие единичные неточности в толковании отдельных, не ключевых моментов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если при ответе на вопросы билета студент демонстрирует частичную сформированность заявленных компетенций, нуждается в дополнительных вопросах, допускает ошибки в освещении принципиальных, ключевых вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если при ответе на вопросы билета у студента отсутствуют признаки сформированности компетенций, не проявляются даже поверхностные знания по существу поставленного вопроса, плохо ориентируется в обязательной литературе.