

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Башкирский государственный аграрный университет»

Кафедра ТММП
и химии

Б1.О.15 Химия
(органическая химия)

Методические указания к выполнению реферата

Направление подготовки
35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение

Профиль подготовки
Агрохимия и защита растений

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Уфа 2024

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета
пищевых технологий

(протокол №8 от 21 марта 2024 г.)

Составитель: к.х.н, доцент Ишбердина Р.Р.

Ответственный за выпуск:

Заведующий кафедрой ТММП и химии
д. б. наук, профессор Миронова И.В.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью данного методического указания является помочь студентам закрепить теоретические знания, полученные на лекции и в процессе самостоятельного изучения материала по органической химии. Предложенные в методическом указании задания для выполнения реферата, знакомят обучающихся с основными типами реакций различных классов органических соединений и их генетическими связями. Правильно выполненный реферат является хорошей базовой подготовкой для успешной сдачи экзамена по органической химии.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Органическая химия-наука об органических соединениях и законах, которым они подчиняются; она изучает методы получения, строение, превращение и пути практического применения органических соединений.

Органические соединения содержат в своем составе атомы углерода, связанные между собой или с иными элементами периодической системы элементов.

Термины «органическая химия» и «органические соединения» возникли исторически в период исследований соединений, являющихся продуктами жизнедеятельности животных и растительных организмов.

Шведский ученый И. Берцелиус (1779-1848), как и его современники, считал, что органические вещества могут быть получены только в живом организме с помощью «жизненной силы». Поэтому эта ветвь химии и была названа «органическая химия». Это идеалистическое представление об участии «души» или «силы» получило название витализма от латинского *vitalis*-жизненный.

Но уже при жизни Берцелиуса успехи органической химии наносят сокрушительный удар этим представлениям.

В 1824 году ученик Берцелиуса Велер синтезировал щавелевую кислоту, а в 1828 году мочевино-вещество животного происхождения (из неорганических веществ цианида калия и сульфата аммония).

В 1842 году наш соотечественник Н. Н. Зинин получил анилин, который до этого получили из природного красителя.

Французский ученый Бертло в 1854 году синтезировал вещество, относящееся к классу жиров, а в 1861 году знаменитый русский химик А. М. Бутлеров осуществил синтез одного из сахаров метиленитана. Стало ясно, что органические вещества могут быть получены синтетическим путем.

Новый период развития органической химии начинается с 60-х годов XIX века, когда А. М. Бутлеровым была создана теория химического строения органических соединений, которая получила дальнейшее развитие.

Многие разделы органической химии развиваются настолько интенсивно, что выросли в самостоятельные разделы химии: биохимия, химия высокомолекулярных соединений, элементоорганических соединений, красителей, природных соединений и витаминов.

В настоящее время известно более десяти млн. различных органических соединений. Стройная классификация органических соединений, основанная на теории химического строения, дает возможность легко разобраться в таком большом разнообразии. Органические соединения классифицируются прежде всего по строению углеродной цепи следующим образом:

1. Алициклические соединения (алифатические или соединения жирного ряда), куда относятся соединения с незамкнутой цепью атомов углерода.
2. Карбоциклические соединения характеризуются замкнутой цепью углеродных атомов. Эта группа соединений разделяется на два ряда: а) алициклические соединения. К этой группе относятся все карбоциклические соединения, за исключением бензола и его производных; б) ароматические соединения характеризуются по строению, присутствием бензольного ядра.

3. Гетероциклические соединения. К этой группе относятся вещества циклического строения, но цикл которых состоит не только из атомов углерода, но и из атомов других элементов.

В пределах каждого из трех разделов существуют классы соединений.

Например, к ациклическим соединениям относятся:

- Углеводороды
- Галогенопроизводные
- Спирты □ Альдегиды
- Кетоны
- Карбоновые кислоты □ Амины и т.д.

При изучении каждого класса должны быть выделены следующие вопросы: определение и номенклатура каждого класса, особенности строения и функциональная группа, явление изомерии, способы получения, основные физические и химические свойства, важнейшие представители этого класса и применение.

1 АЛИФАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

1.1. ПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (АЛКАНЫ)

Изучение предельных углеводородов - начальный этап познания основного класса органических соединений- углеводородов. Изучению их следует уделить наибольшее внимание. Это вызывается рядом обстоятельств. Поскольку все другие органические вещества могут рассматриваться как производные углеводородов, успехи генетического рассмотрения веществ во многом определяются знанием исходных углеводородов. При изучении углеводородов затрагиваются почти все теоретические вопросы курса, в связи с этим вводится много новых понятий, и от них зависит уровень дальнейшего усвоения предмета.

Прежде всего необходимо иметь ввиду, что углерод в органических соединениях всегда четырехвалентный, что атомы углерода в алканах соединены одной валентной связью, а все остальные валентности насыщены атомами водорода.

Общая формула предельных углеводородов C_nH_{2n+2} . По структуре они отличаются один от другого на единицу CH_2 и поэтому образуют гомологический ряд; отдельные члены ряда называются гомологами; группа CH_2 – гомологической разницей. Приступая к изучению углеводородов целесообразно повторить сведения о типах химических связей, о строении атома углерода в стационарном состоянии, возбужденном и гибридизованном.

На основе электронных представлений необходимо иметь понятие, почему у атомов углерода сильно выражено свойство соединяться друг с другом.

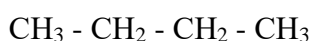
Пространственное представление о строении углеводородов складывается из понятий о направленности валентных связей, тетраэдрическом направлении химических связей атома углерода, зигзагообразном строении углеродной цепи, различной форме этих цепей вследствие вращения атомов углерода вокруг связей (конформация). Доступнее всего это сделать на примере метана и бутана.

При изучении предельных углеводородов необходимо научиться составлять структурные формулы изомерных веществ. Следует помнить, что явление изомерии является одним из основных положений теории А. М. Бутлерова. Органические соединения, имеющие одинаковый химический состав, но различную структурную формулу, называются изомерами. Следует заметить, что углеродные атомы, составляющие цепь в молекулах углеводородов и их производных, могут быть первичными, когда они соединены с одним атомом углерода, вторичными – с двумя атомами углерода, третичными – с тремя атомами углерода и четвертичными – с четырьмя. Часто в

реакциях одни и те же группы атомов переходят в конечные продукты реакции без изменений. Такие группы атомов называются *радикалами*. Радикалы называются по тем углеводородам, из которых они образованы, но при этом окончание названий углеводородов «ан», меняется на «ил». Например, CH_4 – метан, $-\text{CH}_3$ – метил, CH_3-CH_3 – этан, $-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ – этил и т.д.

При написании изомерных формул данного вещества можно пользоваться простым приемом. Исходя из формул изомеров предшествующего гомолога, заменять в них различные по положению атомы водорода (при первичном, вторичном, третичном атомах углерода) группой CH_3 .

Например, если требуется написать изомерные углеводороды состава C_5H_{12} , сначала пишут формулы изомерных углеводородов состава C_4H_{10} , которых всего два:



бутан



|

CH_3

изобутан

Заменяя различные водородные атомы в формулах изомеров бутана группой CH_3 , получает:

1) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ - пентан 2)

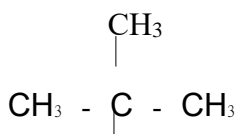


|

CH_3

изопентан

3)



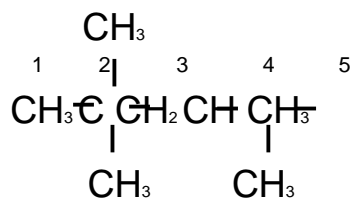
неопентан

CH_3

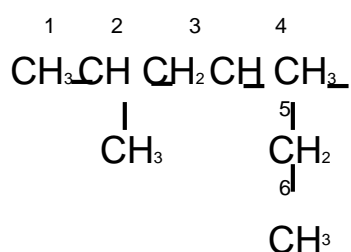
При названии изомеров возникают трудности. При этом пользуются рациональной и ИЮПАК (Международной) номенклатурами (см. Методические указания по теме «Номенклатура органических соединений»).

Напоминаем, что для построения названия соединения по международной (ИЮПАК) номенклатуре следует:

1. Установить самую длинную цепь углеродных атомов в соединении.
2. Пронумеровать углеродные атомы самой длинной цепи. Направление нумерации выбирают так, чтобы цифры, указывающие положение заместителей, были наименьшими.
3. Вначале называют радикалы (начиная с меньшего по числу углеродных атомов). Перед названием радикала ставится цифра, означающая от какого углеродного атома самой длинной цепи ответвляется называемый радикал. Если углеводород содержит несколько одинаковых радикалов, например, две метильные группы, то после двух цифр, обозначающих их места, называют «диметил», при наличии трех метильных- «триметил» и т.д. После названий радикалов называют самую длинную цепь по числу углеродных атомов. Например,



2,2,4- триметилпентан



2,4- диметилгексан

Приступая к изучению химических свойств следует иметь в виду, что предельные углеводороды обладают малой химической активностью (парафины- малоактивные). Для предельных углеводородов характерными реакциями являются реакции замещения (галогидирование, нитрование, сульфирование).

Вопросы для самопроверки.

1. Приведите электронные конфигурации атома углерода в основном и возбужденном состояниях.
2. Какие виды гибридизации возможны для атома углерода? Охарактеризуйте в каждом случае форму и пространственную направленность атомных орбиталей.
3. Дайте определение σ -связям.
4. Какие частицы называются свободными радикалами? Чем они отличаются от ионов? Приведите примеры органических радикалов.
5. Что называется первичным, вторичным, третичным и четвертичным углеродными атомами?
6. В чем различие между гетеролитическими и гомолитическими способами разрыва ковалентных связей?
7. Что такое гомологические ряды и их значение в органической химии?
8. Что такое изомерия? Напишите изомеры гексана и назовите их по ИЮПАК.
9. Какие реакции свойственны предельным углеводородам?
10. В чем заключаются основные положения теории строения органических соединений?

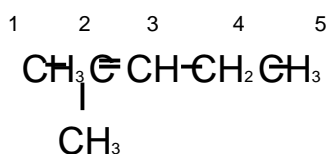
1.2 НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

Эти углеводороды, содержащие меньшее число атомов водорода, чем предельные углеводороды, с тем же числом атомов углерода.

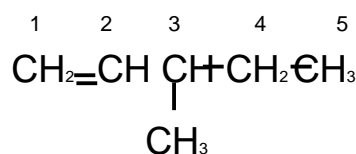
1.2.1 ЭТИЛЕНОВЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (АЛКЕНЫ)

При изучении этой темы следует уяснить, что допущение существования двойной связи (одна из них σ – связь, другая – π - связь) в алкенах соответствует четырехвалентности углерода и хорошо объясняет присоединение галогенов и других веществ к двум соседним углеродным атомам за счет освобождения валентностей при разрыве π -связи.

Сопоставьте названия предельных и этиленовых углеводородов. При названии этиленовых углеводородов по ИЮПАК номенклатуре в качестве главной выбирают самую длинную углеродную цепь содержащую двойную связь, и нумеруют ее так, чтобы двойная связь получила наименьший порядковый номер. Называют длинную цепочку по количеству углеродных атомов так же, как и в случае предельных углеводородов, но вместо окончания –ан пишут окончания –ен. После окончания –ен пишется цифра, указывающая после какого углеродного атома длинной цепочки расположена двойная связь.



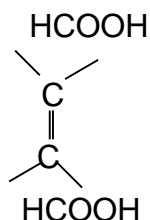
2- метилпентен- 2



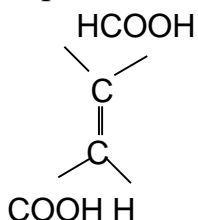
3- метилпентен- 1

Для этиленовых углеводородов характерны три вида изомерии

- Структурная,
- Изомерия положения двойной связи,
- Стереосомерия (цис-, транс- изомерия)



цис – изомер



транс - изомер

Следует запомнить следующие способы получения олефинов: дегидратация спиртов, отщепление галогеноводорода от галогенопроизводных.

При изучении химических свойств этиленовых углеводородов следует писать в тетради реакции:

- Гидрирования;
- Присоединения галогенов;
- Присоединения галогеноводородов и воды (гидратация) по правилу В.В.

Марковникова; □

Окисления;

- Полимеризации.

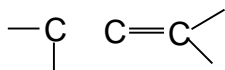
Вопросы для самопроверки.

1. Какие углеводороды называются этиленовыми?
2. Напишите структурные формулы 2-метилбутен-1; 2-метилбутен-2; 3-метилбутен-1. Изомерами какого углеводорода они являются?
3. В чем заключается правило Марковникова? Напишите уравнение реакции взаимодействия пропена с HCl.
4. Особенности окисления алкенов в нейтральной и кислой средах. Напишите уравнение реакции окисления пропена в нейтральной и кислой средах.
5. В чем заключается правило Зайцева? Напишите уравнение реакции взаимодействия спиртовой щелочи с 2-бром-2-метилбутаном.
6. Какие промышленные методы получения полиэтилена вы знаете?

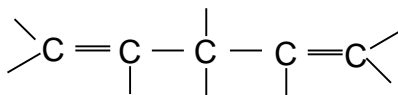
1.2.2 ДИЕНОВЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (АЛКАДИЕНЫ)

Обратите внимание, что в зависимости от взаимного расположения двойных связей относительно друг друга диеновые углеводороды делятся на три типа:

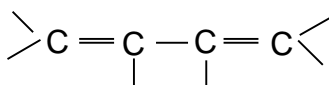
- Кумулированные



- Изолированные

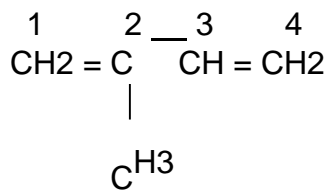


- Сопряженные

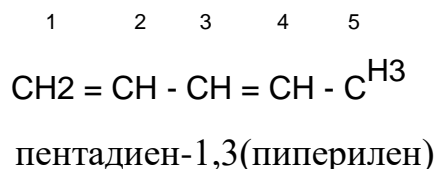


Из них большое практическое значение имеют углеводороды с сопряженными двойными связями. При изучении химических свойств обратите внимание, что у них химическая активность проявляется по концам сопряженной двойной связи, что можно объяснить с точки зрения современных электронных представлений. Кроме того, углеводороды с сопряженными двойными связями очень легко полимеризуются с образованием высокомолекулярных углеводородов. Это свойство их используется для получения синтетического каучука. Природный каучук является полимером изопрена. Следует выяснить строение природного каучука, а также синтез каучука по методу Лебедева и из ацетилена.

По международной (ИЮПАК) номенклатуре диеновые углеводороды называются так же, как этиленовые углеводороды, только вместо окончания –ен пишется окончание –диен. Положения двойных связей показываются цифрами.



2-метилбутадиен-1,3(изопрен)



Вопросы для самопроверки.

1. Какие углеводороды называются диеновыми углеводородами?
2. Напишите формулы изомеров пентадиена и укажите типы связи (кумулированные, сопряженные, изолированные).

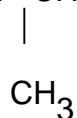
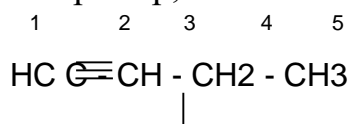
3. Напишите уравнения реакций взаимодействия бутадиена-1,3 с хлором, водородом, хлористым водородом.
4. Напишите уравнение полимеризации изопрена. Как используется полученный полимер в народном хозяйстве?
5. Напишите схему синтеза каучука по Лебедеву.

1.2.3 АЦЕТИЛЕНОВЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (АЛКИНЫ)

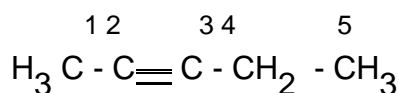
Необходимо знать, что к ацетиленовым углеводородам относятся органические соединения, отвечающие общей формуле C_nH_{2n-2} образующие тройную углерод - углеродную связь.

Называют ацетиленовые углеводороды так же, как и этиленовые, но вместо окончания –ен, пишут –ин. После окончания –ин пишется цифра, показывающая место положения тройной связи в длинной цепи углеродных атомов.

Например,



3-метилпентин-1



пентин-2

Уясните электронное строение тройной связи среди трех связей, соединяющих атомы углерода в ацетилене, одна σ -связь и две π -связи.

π -связи располагаются в двух взаимноперпендикулярных плоскостях. При характерной для тройной связи sp -гибридизации орбиталей углеродных атомов электроны оказываются более глубоко втянуты внутрь молекулы и менее реакционноспособными, в то же время большее влияние при соударении с другими молекулами оказывают положительно заряженные ядра.

При рассмотрении химических свойств ацетиленовых углеводородов следует учитывать особенности ацетиленовых связей. Ацетилены, несмотря на большую непредельность, значительно менее активно реагируют с электрофильными реагентами (галогенами), чем этиленовые углеводороды, и в то же время в большей мере чем последние, склонны к реакциям с нуклеофильными реагентами (вода, спирты, амины). Этим же объясняется значительная кислотность ацетиленового водорода.

Из химических свойств обратите внимание на:

- Гидрирование,
- Присоединение галогенов,
- Гидратацию (реакция М. Г. Кучерова),
- Полимеризацию, □ Образование ацетиленидов.

Вопросы для самопроверки.

1. Какие углеводороды называются алкинами?
2. Напишите формулы следующих соединений: 3-метилбутин-1;
3-метилпентин-1.
3. Напишите уравнения реакций присоединения водорода, хлора, хлористого водорода к ацетилену. В каком случае нужно использовать правило Марковникова?
4. Напишите уравнение реакции взаимодействия ацетилена с водой. Как называется эта реакция?
5. Напишите уравнение реакции.

2 АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

Ароматические соединения входят в группу карбоциклических соединений, т.е. соединений, в молекулах которых содержится кольцо (цикл), образованное атомами углерода.

Бензол – простейший представитель ароматических углеводородов, его химические особенности – «ароматический характер». При изучении этой темы обратите внимание, что бензол и его производные отличаются по строению и по свойствам от углеводородов с открытой цепью, а поэтому они и выделяются в особую группу под названием «ароматические соединения».

Все электроны, принимающие участие в образовании связей между атомами углерода в бензоле, распределены равномерно или, иными словами, во всех связях С – С в молекуле бензола электронная плотность распределена одинаковым образом.

Радикалы ароматических углеводородов носят общее название а р и л о в по аналогии с названием радикалов предельных углеводородов – алкилов. Ароматические углеводороды получают при сухой перегонке каменного угля, переработке каменноугольного дегтя и «ароматизацией нефти». Синтез гомологов бензола можно осуществить реакцией Фриделя-Крафтса, а бензола – из солей ароматических кислот и ацетилен.

Расположение электронных облаков и обуславливает специфику так называемой ароматической связи и химических свойств всех атомов углерода бензола. Особенности ароматического кольца, его прочность сообщают ароматическим углеводородам свойства легче вступать в реакции замещения, а не присоединения. Свойства боковых цепей, являющихся остатками предельных и непредельных углеводородов, приближаются к свойствам жирных углеводородов. Реакции замещения: алкилирование бензольного ядра; замещение атомов водорода галогенами; реакция нитрования и сульфирования.

Уясните себе правила замещения в бензольном ядре. Из других химических свойств ароматических углеводородов ряда бензола следует изучить: реакции присоединения, окисления.

Из галогенопроизводных ароматических углеводородов следует изучить строение, синтез, химические свойства и значение хлорбензола, хлористого

бензила. Из сульфопроизводных ароматических веществ следует знать строение, получение и химические свойства хлорамидов.

Из нитропроизводных следует знать строение, получение и химические свойства нитробензола.

При изучении соединений с конденсированными бензольными ядрами обратите внимание на строение, изомерию производных нафталина и его химические свойства;

- Гидрирование,
- Галогенирование,
- Нитрование,
- Сульфирование, □ Окисление.

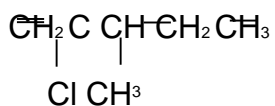
Из производных нафталина наибольшее значение имеет 1,4-нафтохинон, ядро которого лежит в основе витамина К.

Вопросы для самопроверки

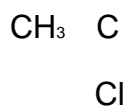
1. Классификация ароматических углеводородов.
2. Напишите формулы изомеров толуола и ксилола.
3. Какие типы реакций характерны для ароматических углеводородов?
4. На какие группы делятся заместители по характеру своего направляющего действия?
5. Напишите уравнения реакций нитрования и бромирования бензола. Что такое гексахлоран, как он получается и где применяется?

2.1 АЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ (ЦИКЛОАЛКАНЫ)

Название алициклических соединений возникло в связи с тем, что они содержат циклы и поэтому сходны с ароматическими соединениями, но по своим свойствам близки веществам жирного ряда – алифатическим углеводородам. По химическим свойствам циклоалканы близки к предельным



2- хлор-3- метилпентен- 1



2- хлор-2- бромпентан

Обратите внимание на способы получения галогенопроизводных углеводородов. Следует учесть:

- непосредственное действие галогена,
- действие галогеноводородов на различные углеводороды.

Следует знать строение, свойства, получение и значение следующих галогенопроизводных алифатических углеводородов, с которыми вам придется встречаться на практике: хлороформ, иодоформ, четыреххлористый углерод, фреон-12, хлорвинил, хлористый этил, дихлорэтан, треххлорэтилен.

Вопросы для самопроверки.

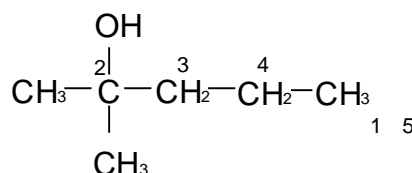
1. Напишите формулы изомеров хлорбутана и назовите их по международной номенклатуре.
2. Напишите формулы изомеров дибромбензола и назовите по международной номенклатуре.
3. Какими способами можно получить хлорэтан? Напишите соответствующие уравнения реакций?
4. Напишите уравнение реакции получения бутана из хлорэтана по реакции Вюрца.
5. Хлороформ, его получение и применение.
6. Напишите схему полимеризации хлоропрена.
7. Напишите схему полимеризации хлорвинила.
8. Что такое тефлон? На чем основано его применение?

4 СПИРТЫ И ФЕНОЛЫ

4.1 СПИРТЫ

При изучении необходимо четко уяснить и запомнить определение, классификацию и номенклатуру спиртов, а также правильно разобраться в изомерии спиртов.

По международной номенклатуре (ИЮПАК) названия спиртов составляют из названий соответствующих углеводородов, прибавляя окончание – ОЛ. После окончания – ОЛ ставят цифру, указывающую положение углеродного атома, при котором находится функциональная группа спиртов – ОН. Нумерация углеродных атомов начинается с того конца, к которому ближе расположена –ОН – группа.



2- метилпентанол- 2

Из способов получения изучите: получение из сложных эфиров, при брожении, из галогенопроизводных, из этиленовых углеводородов гидратацией, из альдегидов и кетонов восстановлением.

Запомните химические свойства, характерные для атома водорода в гидроксиле (образование алкоколятов, простых и сложных эфиров), для гидроксила спирта (образование галогенопроизводного) и для радикала спирта (замещение атома водорода в радикале галогенами). Сравните окисляемость первичных, вторичных и третичных спиртов.

Из отдельных представителей изучите получение и свойства метилового, этилового и бутилового спиртов.

При изучении способности двух- и трехатомных спиртов образовывать гликоляты и глицераты обратите внимание на химическую природу хелатов.

Вопросы для самопроверки.

1. Что такое спирты? Укажите, какие бывают спирты в зависимости от количества гидроксильных групп.
2. Напишите пять первых представителей гомологического ряда предельных одноатомных спиртов, назовите их и укажите, с какого представителя начинается изомерия.
3. Приведите примеры первичных, вторичных, третичных спиртов и объясните, чем они отличаются друг от друга.
4. Напишите формулы бутанол- 1, бутанол- 2.
5. Напишите уравнения реакций окисления первичного и вторичного спиртов.
6. Написать уравнение реакции образования эфира из пропанол- 2 и бутанол- 1.
7. Напишите уравнения реакции получения алкоголята, гликолята, глицерата.
8. Напишите уравнение реакции взаимодействия уксусной кислоты с этиловым спиртом.

4.2 ФЕНОЛЫ

При изучении одноатомных фенолов запомните получение фенолов в промышленных условиях. Обратите внимание какие из этих методов применяется в Башкирии.

Изучите химические свойства, характерные для гидроксила фенолов:

- слабокислые свойства,
- образование простых эфиров,
- образование сложных эфиров,
- реакция окрашивания с $FeCl_3$, а также свойства, характерные для ароматического ряда фенолов; замещение атома водорода в бензольном ядре галогенами, реакция сульфирования, реакция нитрования, реакция ацилирования.

Из отдельных представителей запомните свойства и значение фенола и крезолов.

Изучите строение и свойства двухатомных фенолов и их производных (пирокатехин, резорцин, гидрохинон), трехатомных фенолов (пирогаллол, флороглюцин).

Вопросы для самопроверки.

1. В чем различие в строении и химических свойствах фенолов и ароматических спиртов?
2. Напишите все изомеры двухатомного фенола и уравнение реакции восстановления хинона в гидрохинон.
3. Напишите все изомеры трехатомного фенола.
4. Какие химические реакции свойственны одноатомным фенолам? Какие производные фенола применяются в сельском хозяйстве?
5. В чем выражается взаимное влияние гидроксила и бензольного ядра в молекуле фенола?

5 ОКСОСОЕДИНЕНИЯ

5.1 АЛЬДЕГИДЫ

Следует при изучении альдегидов выяснить электронное строение двойной связи карбонильной группы. Эта связь сильно поляризована благодаря электроотрицательности кислорода. Наличие сильно поляризованной двойной связи в карбонильных группах альдегидов и кетонов является причиной их высокой реакционной способности.

Из способов получения запомните образование альдегидов при окислении спиртов, из дигалогенопроизводных углеводородов и по реакции Кучерова из ацетиленовых углеводородов.

Благодаря высокой реакционной способности альдегиды способны к реакциям присоединения по месту карбонила:

- гидрирование,
- гидратация,
- образование полуацеталей,
- образование циангидридов,
- образование бисульфитных соединений;

к реакциям полимеризации и альдольной конденсации; к реакциям замещения атома кислорода карбонильной группы (на атомы галогенов, на остаток гидросиламина, на остаток фенилгидразина); к реакциям окисления (серебряного зеркала, медного зеркала); к реакциям, обусловленным превращениями в радикале альдегидов. Все эти реакции следует изучить. Из отдельных представителей следует знать получение и свойства формальдегида (метаналь), уксусного альдегида (этаналь).

5.2 КЕТОНЫ

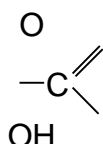
Следует изучить реакции получения кетонов из вторичных спиртов, из дигалогенопроизводных и из кальциевых солей карбоновых кислот.

Благодаря наличию сильно поляризованной двойной связи кетоны обладают рядом характерных для карбонильной группы свойств и способны к реакциям присоединения к карбонилу (гидрирование, образование циангидринов, гидросульфитных соединений); к реакциям замещения кислорода карбонильной группы (галогенами, остатком гидросиламина и фенилгидразина); к реакциям, обусловленным превращением в радикалах кетонов. Эти реакции следует изучить. Из отдельных представителей следует знать способы получения, свойства и значение ацетона и диацетила.

6 КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

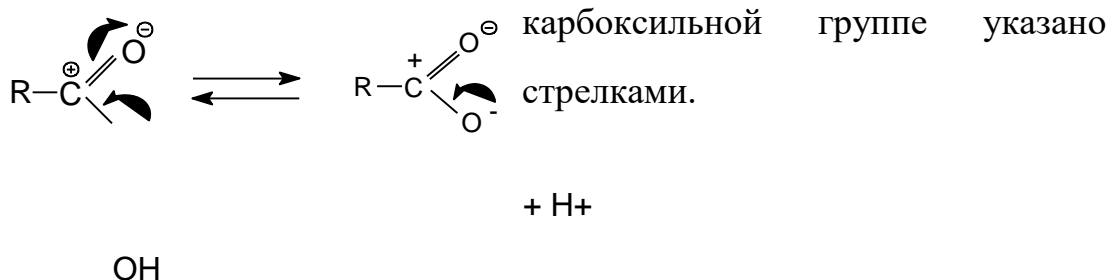
6.1 МОНОКАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

При изучении этой темы обратите внимание на определение карбоновых кислот как производных углеводородов с функциональной карбоксильной группой



Остаток карбоновой кислоты, получающийся после отнятия гидроксильной группы, носит общее название АЦИЛ. Различают предельные и непредельные карбоновые кислоты.

Изучите эмпирические названия и строение кислот: муравьиная, уксусная, пропионовая, масляная, валериановая, капроновая, пальмитиновая и стеариновая и т.д., а также нескольких изомеров. Следует знать реакции получения предельных одноосновных кислот из альдегидов, и трехгалогенопроизводных углеводородов. Каков механизм диссоциации, если смещение электронной плотности в карбоксильной группе



Из химических свойств надо знать реакции образования солей (свойство водорода в карбоксильной группе); галогеноангидридов (свойства гидроксила карбонильной группы); ангидридов, сложных эфиров, амидов, а также реакцию образования трихлоруксусной кислоты.

Из отдельных представителей следует знать получение, свойства и значение муравьиной, уксусной кислот и уксусного ангидрида, а из высших жирных кислот – пальмитиновой, стеариновой и церотиновой кислот.

При изучении одноосновных ненасыщенных карбоновых кислот обратите внимание, что изомерия у них зависит не только от строения цепи углеродных атомов, но и от положения двойной связи (на примере винилуксусной, метакриловой и кротоновой кислот). Для них характерна и геометрическая (цис-, транс-) изомерия. Студент должен уметь написать реакцию перехода олеиновой кислоты в элаидиновую. Следует знать реакции образования акриловой кислоты из аллилового спирта и акролеина, кротоновой – из β -оксимасляной кислоты. Из химических свойств характерными для них являются гидрирование и галогенирование и окисление радикалов кислот. Изучить строение, свойства и значение акриловой, олеиновой, линоленовой кислот.

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение одноосновным предельным карбоновым кислотам.
2. Напишите уравнение диссоциации пропионовой кислоты.
3. Напишите уравнения реакций образования: а) ацетата натрия; б) хлорангидрида уксусной кислоты; в) амида уксусной кислоты.
4. Напишите уравнение реакции образования сложного эфира из пропионовой кислоты и пропанол-2.
5. Напишите уравнение реакции гидрирования олеиновой кислоты.
6. Напишите уравнение реакции образования сложного эфира из акриловой кислоты и пропанол-2.
7. Напишите уравнение реакции взаимодействия глицерина с тремя молекулами олеиновой кислоты.

6.2 ДИКАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

При изучении этого раздела обратите внимание на эмпирические названия и строение двухосновных предельных карбоновых кислот: щавелевой, малоновой, янтарной, глутаровой и адипиновой. Следует знать, что дикарбоновые кислоты можно получить:

- окислением двухатомных спиртов (гликолей) с первичными спиртовыми гидроксилами;
- омылением нитрилов или цианидов.

Из характерных реакций следует знать декарбоксилирование (выделение из карбоксила CO_2) и образование из дикарбоновых кислот внутренних циклических ангидридов. Следует знать строение, свойства и значение щавелевой, малоновой, янтарной и адипиновой кислот.

При изучении двухосновных ненасыщенных карбоновых кислот обратите внимание на способы получения, строение, свойства и значение двух геометрических (цис-, транс-) изомеров этилендикарбоновой кислоты: фумаровой, малеиновой.

Вопросы для самопроверки

1. Напишите уравнение реакции образования ангидрида янтарной кислоты.
2. Напишите уравнения реакций образования кислого и среднего эфира янтарной кислоты и этанола.
3. Напишите уравнение реакции образования малеинового ангидрида.
4. Напишите уравнения реакций образования кислого и среднего эфира фумаровой кислоты и этанола.

6.3 ПРОИЗВОДНЫЕ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ: СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ, ЖИРЫ И МЫЛА

Сложные эфиры – производные кислот, у которых атом водорода в карбоксиле замещен радикалом, по способу получения их часто рассматривают как ангидриды кислот и спирта. Сложные эфиры могут быть образованы органическими и неорганическими кислотами. Изучите реакцию этерификации уксусной кислоты с образованием уксусноэтилового эфира (этилацетата), а также получение сложного эфира из хлорангидридов кислот и спиртов. Из характерных для сложных эфиров химических свойств изучите реакцию омыления (гидролиза). Следует знать, строение, свойства и значение диметилсульфата (алкилирующее средство), тринитрата глицерина, аллинитрита, этилацетата и спермацета. Жиры (триглицериды) – сложные эфиры, образованные трехатомным спиртом глицерином и высшими жирными кислотами.

Обратите внимание на наиболее часто встречающиеся в составе жиров высшие жирные кислоты: предельные кислоты – пальмитиновая и стеариновая, лауриновая и миристиновая; непредельные кислоты – олеиновая и линолевая и линоленовая. Из критериев физических свойств жиров запомните, что такое температура плавления и от чего она зависит, а также йодное число, являющееся показателем ненасыщенности триглицерида. Из химических свойств изучите реакции омыления едкими щелочами и в присутствии контакта Петрова; гидрогенизацию жиров, а также химизм прогоркания жиров. Применение жиров в технике, медицине и ветеринарии.

Мыла – соли высших жирных кислот. В медицине и ветеринарии часто применяется жидкое (калиевое) мыло, называемое медицинским мылом. Важнейшим этапом производства мыла является омыление (гидролиз) жиров едкими щелочами. Изучите реакцию омыления трипальмитина с образованием глицерина и мыла – натриевой соли пальмитиновой кислоты. Что такое свинцовые мыла? Механизм моющего действия мыла.

Вопросы для самопроверки

1. Какие соединения называются: жирами, восками, мылами?
2. Напишите уравнение реакции образования триолеина.
3. Что называется омылением? Мылом?
4. Какие соединения называются амидами и как они получают?
5. Напишите уравнение реакции получения мочевины различными способами.

7 ОКСИКИСЛОТЫ

Оксикислоты являются соединениями со смешанными функциями, т.к. содержат различные функциональные группы: карбоксильную (кислотную) и гидроксильную (спиртовую). Их классифицируют с учетом числа карбоксильных и гидрокарбоксильных групп. Следует изучить прежде всего эмпирические названия оксикислот. У оксикислот возможны три вида изомерии:

- изомерия цепи углеродных атомов (структурная);
- изомерия положения спиртовой группы;
- пространственная изомерия (оптическая).

При изучении одноосновных оксикислот следует обратить внимание на получение их при реакциях:

- неполного окисления гликолей;
- замены галогена на гидроксил в молекуле галогензамещенных кислот; - омыление оксинитрилов.

Для оксикислот характерны химические свойства, обусловленные карбоксильной группой (образование солей и сложных эфиров); спиртовым гидроксильной группой (окисление, образование простых и сложных эфиров). Следует изучить и химические свойства характерные только для оксикислот; расщепление 2- оксикислот на альдегиды (или кетоны) и муравьиную кислоту; реакции, протекающие с выделением H_2O . При изучении физических свойств

вспомните, что такое поляризованный свет и каковы его свойства; каков принцип работы прибора, предназначенного для измерения оптической активности; почему такие кислоты, как молочная, обладают оптической активностью и что такое асимметрический углеродный атом? Для мысленного представления пространственной изомерии запомните (тетраэдрические) модели асимметрических молекул молочной кислоты. По каким причинам различают: L(-) –молочная кислота и D(+)- молочная кислота (мясомолочная)? Что такое оптические антиподы и рацемические соединения? Изучите три способа разделения (Л. Пастер) рацематов. Из отдельных представителей надо изучить строение, свойства и значение гликолевой, молочной и β -оксимасляной кислот.

Из двухосновных оксикислот следует знать яблочную, проекционные формулы оптически активных форм, а также строение и свойства виннокаменных кислот, их оптически активных D- и L- изомеров, мезовинной и виноградной кислот.

Из трехосновных оксикислот изучите строение и свойства, а также значение лимонной кислоты.

Чаще пользуются эмпирическими названиями оксокислот. Эти кислоты широко распространены в природе. Их можно получить синтетически при окислении оксикислот. Изучите реакции образования глиоксильной и пировиноградной кислот. Из отдельных представителей изучите строение, свойства и значение глиоксильной, пировиноградной, ацетоуксусной и α -кетоглутаровой кислот.

Вопросы для самопроверки

1. Какие соединения называются оксикислотами? Как они классифицируются?
2. Напишите формулы всех изомеров оксимасляной кислоты.
3. Напишите уравнения реакций с молочной кислотой, характерные для спиртовой группы.

4. Напишите уравнения реакций с гликолевой кислотой, характерные для карбонильной группы.
5. Напишите формулы всех изомеров оксибензойной кислоты.
6. Напишите уравнения реакций образования сложного эфира из салициловой кислоты и этанола.
7. Напишите уравнения реакций с пировиноградной кислотой, характерные для карбоксильной группы.
8. Напишите уравнения реакций с глиоксиловой кислотой по альдегидной группе.

8 АРОМАТИЧЕСКИЕ КИСЛОТЫ

При изучении одноосновных ароматических кислот обратите внимание на строение бензойной кислоты и ее получение из галогенопроизводных и ароматических углеводородов окислением боковой цепи. Эти кислоты проявляют реакции, характерные для карбоксильной группы (образование солей, сложных эфиров и галогеноангидридов) и бензольного ядра (галогенирование, нитрование, сульфирование). Из отдельных представителей следует знать строение, свойства и значение бензойной кислоты, хлористого бензола, *p*-аминобензойной кислоты, анестезина и новокаина.

8.1 ФЕНОЛОКИСЛОТЫ И ОКСИКИСЛОТЫ АРОМАТИЧЕСКОГО РЯДА

Наиболее важным представителем фенолкислот является салициловая кислота. Изучите ее синтез методом карбоксилирования фенолята. Для салициловой кислоты характерны химические свойства ароматических кислот и фенолов. Следует знать реакцию образования фенолятосолей. Из отдельных представителей изучите строение, свойства и значение салициловой кислоты и ацетилсалициловой кислоты.

Ароматические оксикислоты- производные ароматических кислот, содержащие гидроксид в боковой цепи. Изучите строение и свойств миндальной кислоты.

9 УГЛЕВОДЫ

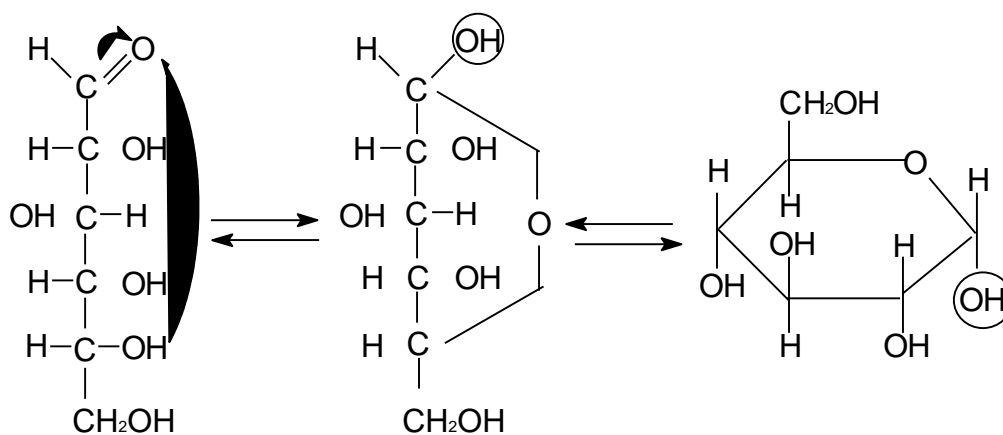
9.1 ПРОСТЫЕ УГЛЕВОДЫ (МОНОСАХАРИДЫ)

При изучении особенностей строения моносахаридов на примере глюкозы обратите внимание на доказательства наличия в ее молекуле неразветвленной цепи атомов углерода, альдегидной спиртовых групп. Следует разграничить представления о строении моносахаридов, выдвинутые с одной стороны Киллиани, Фишером и А.А. Колли, и с другой- А.А Колли, Толленсом и Хеурсом → гидратная → Циклическая (полуацетальная форма). Заучите определение, которое дается полуацетальному, или гликозидному гидроксилу. Как выглядят формулы Хеурса?

Моносахариды классифицируют в зависимости от числа атомов углерода в молекулах (пентозы, гексозы) и от наличия альдегидной или кетонной группы (альдозы и кетозы).

Между числом асимметрических атомов углерода (n) и числом возможных стереоизомеров (N) существует математическая зависимость $N=2^n$. Поэтому альдогексозы, содержащие 4 асимметрических атома углерода, могут иметь 16 изомерных форм. Изучите принципы разделения стереоизомеров (по М.А.Розанову) на D- и L-ряды (по конфигурации D- и L-глицеринового альдегида).

Существуют различные циклические таутомерные формы моносахаридов. Различия циклических таутомерных форм моносахаридов зависят от того, что циклы могут быть шестичленными (пиранозными) и пятичленными (фуранозными); циклические таутомерные формы отличаются расположением в пространстве полуацетального (гликозидного) гидроксила.



Д- глюкоза

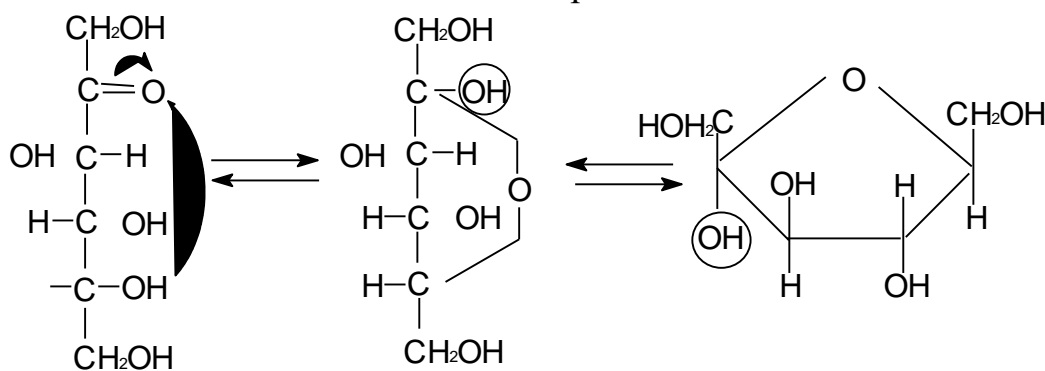
Проекционная
по Хеорсу

α - Д- глюкопираноза

формула по Фишеру

Моносахариды могут быть получены:

- гидролизом полисахаридов;
- альдольной конденсацией (А.М. Бутлерова);
- неполным окислением многоатомных спиртов.



Д- фруктоза

Проекционная
по Хеорсу

α - Д- фруктофураноза

формула по Фишеру

Из физических свойств изучите сущность явления мутаротации. При изучении химических свойств обратите внимание на реакции окисления моносахаридов, образования озаонов, сахаратов, простых и сложных эфиров, гликозидов, а также брожение.

Из отдельных представителей моносахаридов следует знать строение, свойства и значение пентоз (L- арабиноза, Д- ксилоза, Д- рибоза, Д- дезоксирибоза) и

гексоз (D- глюкоза, D- галактоза, D- фруктоза, D- манноза). Что такое уроновые кислоты и аminosахара (D- глюкозамин и D- галактозамин).

9.2 СЛОЖНЫЕ УГЛЕВОДЫ

Полисахариды- ангидриды моносахаридов делят на две группы: олигосахариды и высшие полисахариды.

Из олигосахаридов интерес представляют дисахариды, которые могут быть разделены на две подгруппы:

- восстанавливающие;
- невосстанавливающие.

Из восстанавливающих дисахаридов изучите циклические и альдегидные таутомерные формы мальтозы и лактозы, а из невосстанавливающих дисахаридов- циклические формы сахарозы.

В отличие от невосстанавливающих, дисахариды мальтозного типа строения (восстанавливающие) переходят в альдегидные таутомерные формы и окисляются в щелочной среде при действии слабых окислителей- реакция серебряного зеркала, Троммера и Фелинга. Все дисахариды проявляют спиртовые свойства.

Из высших полисахаридов наибольший интерес представляют крахмал, гликоген, клетчатка и мукополисахариды.

Изучите схему гидролиза крахмала, отметив его промежуточные и конечные продукты распада. Обратите внимание на различие в строении фракций крахмала- амилозы и амилопектина.

Молекулы гликогена построены по тому же принципу, как и молекулы амилопектина (с наличием α - 1,4- и α - 1,6- гликозидных связей). Молекулы клетчатки имеют линейное строение с β - 1,4- гликозидными связями. Изучите реакции образования мононитрата, динитрата и тринитрата в клетчатке.

Вопросы для самопроверки.

1. Какой атом углерода называется ассиметрическим?
2. Что называется рацематом?
3. Напишите карбонильные формулы Д- глюкозы, Д- фруктозы.
4. Что такое L- и D-, α - и β - формы сахара?
5. Напишите альдегидные и циклические формы глюкозы.
6. Мутаротация. Объясните это явление на примере глюкозы.
7. Что такое гликозидный гидроксил? Какие реакции свойственны Сахарам по этому гидроксилу?
8. Напишите уравнения реакций образования мальтозы и целлобиозы. Чем отличаются формулы этих дисахаридов?
9. Приведите примеры восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов.
10. Гидролиз крахмала и клетчатки. Какие промежуточные и конечные продукты при этом образуются?
11. Строение гликогена и его биологическая роль.

10 АЗОТИСТЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

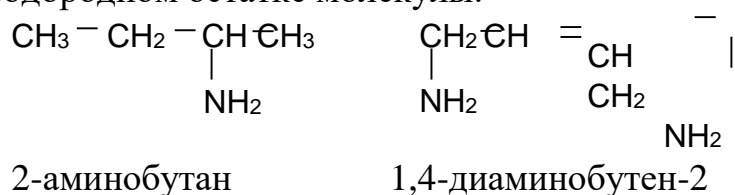
(Амины жирного и ароматического ряда)

10.1 АМИНОСПИРТЫ

При изучении этой темы уясните разницу между аминами и четвертичными основаниями. Различают не только амины первичные, вторичные и третичные, но и по количеству аминогрупп – моноамины, диамины, триамины и полиамины.

Обычно амины называют по радикалам, которые входят в их молекулы, с прибавлением слова АМИН. По международной номенклатуре называют по

общим принципам с указанием цифрой места положения аминогруппы в углеводородном остатке молекулы.



Изучите принцип общего способа получения аминов из галогенопроизводных и аммиака (способ Гофмана). Вспомните реакцию аммиака с водой. Как реагируют амины с водой? Из химических свойств аминов изучите реакции образования кислых и средних солей, реакции с азотистой кислотой. Из отдельных представителей следует знать строение, способы получения и свойства метиламина, триметиламина, путресцина, кадаверина, коламина и холина.

10.2 АРОМАТИЧЕСКИЕ АМИНЫ

Многие ароматические амины носят эмпирические названия. Важнейшим способом получения их является метод Н.Н. Зинина. Изучите эту реакцию. Наличие основных свойств у ароматических аминов, выраженных очень слабо, доказывается реакцией образования солей. Изучите реакции образования солянокислого и сернокислого анилина. Из основных химических свойств надо знать реакции алкилирования и ацилирования, а также реакции образования триброманилина и сульфаниловой кислоты.

Из отдельных представителей следует знать строение, свойства и значение анилина, белого стрептоцида, дифениламина и диметиламина.

Вопросы для самопроверки

1. Классификация аминов. Что такое первичный, вторичный и третичный амин?

2. Напишите уравнения реакций взаимодействия аминов с соляной кислотой.
3. Как реагируют первичные, вторичные и третичные амины с азотистой кислотой?
4. Напишите уравнение реакции получения анилина по методу Н.Н. Зинина.
5. Почему амины обладают основными свойствами?
6. В чем различие химических свойств аминов жирного и ароматического ряда?
7. Какие соединения называются аминоспиртами?
8. Напишите формулу коламина и холина, укажите их биологическую роль.

11 АМИНОКИСЛОТЫ И БЕЛКИ

Аминокислоты классифицируют по количеству карбоксильных и аминных групп (моноаминомонокарбоновые, моноаминодикарбоновые, диаминомонокарбоновые), по характеру углеводородного радикала (аминокислоты алифатического ряда, ароматические и гетероциклические аминокислоты), по месту положения аминогрупп (α -, β - и γ - аминокислоты), а также по наличию серы и гидроксигруппы (гидроксиаминокислоты и аминокислоты, содержащие серу).

Чаще используются эмпирические названия аминокислот. Например, гликокол, аланин, валин, лизин и др.

Для аминокислот характерны три вида изомерии:

- структурная,
- изомерия положения,
- оптическая изомерия (природные аминокислоты, относятся к L- ряду).

Изучите реакцию получения аминокислот действием на галогенокислоты аммиаком.

Следует знать следующие характерные для аминокислот химические реакции:

- образование внутренних солей,
- образование солей,
- взаимодействие с формальдегидом,
- образование сложных эфиров,
- образование ангидридов (дипептидов, трипептидов), - действие азотистой кислоты.

Аминокислоты диссоциируют в воде как амфотерные соединения и характеризуются определенным значением изоэлектрической точки. Студент должен уметь написать реакции ионизации любой из указанных ниже аминокислот. Из отдельных представителей следует обратить внимание на строение, свойства и значение глицина, аланина, треонина, валина, лейцина, аспарагиновой и глутаминовой кислот, орнитина, аргинина, лизина, цистеина, цистина, метионина, серина, фенилаланина, тирозина, триптофана и гистидина. Следует иметь современное представление о строении белков.

Вопросы для самопроверки

1. Как подразделяются аминокислоты в зависимости от углеродного радикала, количества карбоксильных и аминных групп, входящих в молекулы аминокислот?
2. Напишите реакции диссоциации аминокислот. Объясните, почему они обладают амфотерными свойствами?
3. Какие соединения называются полипептидами? 4. Строение глутатиона и его биологическая роль.
5. Классификация белков. Какие белки называются простыми, сложными?
6. Назовите основные качественные реакции на белки.

12 ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Гетероциклические соединения широко распространены в природе и имеют большое биологическое и практическое значение. Многие из них имеют связь с алкалоидами, белками и некоторыми природными красящими веществами.

Изучите определение, классификацию, номенклатуру и свойства гетероциклических соединений, а также отдельных представителей, которые указаны в плане проработки.

В гетероциклических соединениях, в отличие от карбоциклических, кольца состоят не только из углеродных атомов, но и из атомов других элементов: N, O, S и др.

Они классифицируются по общему числу атомов в цикле, по названию гетероатомов и по числу гетероатомов.

Большое практическое значение имеют пяти- и шестичленные соединения, содержащие азот.

Обратите внимание, что некоторые гетероциклические соединения, имеющие в цикле сопряженные двойные связи, как например, фуран, пиррол и тиофен, по своей прочности и некоторым свойствам приближаются к бензолу и обладают ароматическим характером.

Ароматический характер пятичленных гетероциклов с одним гетероатомом обусловлен взаимодействием четырех π - электронов 4-углеродных атомов с двумя свободными p - электронами гетероатома. Изучите строение, способы получения, свойства и значение фурана (его производных – фурфурола и фурацилина), тиофена, пиррола (его производных – пирролина, пирролидина и пирроленина), индола и его производных – триптофана, синего и белого индиго).

Из пятичленных гетероциклов с двумя гетероатомами следует знать строение, способы получения, свойства и значение пирозола и его производных

(пирозолин, пиразолидин, антипирин, амидопирин) имидазола и его производных (гистидин, гистамин), тиазола и его производных (норсульфазол, тиазолидин).

Следует знать строение, способы получения, свойства и значение шестичленных гетероциклов с одним гетероатомом (пиридин и его производных (витамин РР), пиперидин, хинолин, изохинолин, акридин) и двумя гетероатомами (пиримидин, урацил, цитозин, тимин, барбитуровая кислота, пиразин, феназин).

Из различных систем конденсированных гетероциклов следует знать строение, способы получения, свойства и значение пурина и его производных – ксатина, кофеина, аденина и гуанина. Студент должен иметь современное представление о структуре и свойствах нуклеиновых кислот РНК и ДНК.

Вопросы для самопроверки.

1. Объясните, что представляют собой гетероциклы, напишите структурные формулы гетероциклов пурина, пиримидина.
2. Напишите структурные формулы гетероциклов, входящих в состав аминокислот.
3. Чем отличается ДНК от РНК?

13 АЛКАЛОИДЫ

В большинстве случаев алкалоиды – это соединения сложного строения, часто содержащие в своих молекулах гетероциклы. Многие алкалоиды – азотистые соединения, обладающие основными свойствами и встречающиеся преимущественно в растениях и значительно реже – в животных организмах (к группе алкалоидов часто относят адреналин – гормон мозгового слоя надпочечников животных).

Название «алкалоиды» происходит от латинских слов «alkali» - щелочь и «oides» - подобный. Многие алкалоиды обладают сильным физиологическим

действием: в больших дозах они являются ядами, а в малых – часто применяются в качестве ценных лекарственных веществ, например, стрихнин, атропин, кофеин, морфин и др. Ознакомьтесь с принципом классификации алкалоидов, методами выделения их из растений.

Из общих свойств алкалоидов обратите внимание на образование нерастворимых простых солей (реакции с таннином, пикриновой кислотой), образование двойных (комплексных) солей (реакция с раствором йода в растворе йодистого калия), а также реакции окрашивания.

При изучении представителей алкалоидов обратите внимание на строение, свойства и значение никотина, а также особенности строения, свойства и значение хинина, морфина и кодеина.

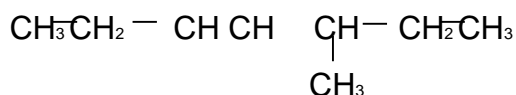
РЕКОМЕНДУЕМАЯ СТРУКТУРА РАБОТ

После изучения курса органической химии студент выполняет задания к реферату. Ответы на вопросы контрольных заданий должны соответствовать своему варианту. Реферат выполняется на листах формата А₄, с полями по 2 см, титульный лист работы должен соответствовать требованиям.

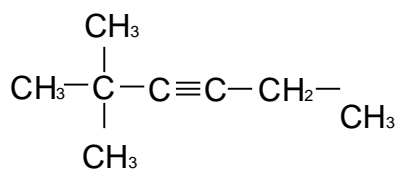
В начале задания переписывается вопрос и затем пишут ответ. Ответ должен быть конкретным. Формулы химических соединений должны быть изображены структурно. Реагирующие вещества и продукты реакции необходимо назвать.

В конце работы необходимо указать литературу, которой пользовались при выполнении заданий. Если работа возвращается на доработку, исправление необходимо написать в конце реферата, в той же работе и отдать для повторной проверки.

Реферат считается зачетным после собеседования с рецензентом и затем необходимо представить на экзамен. Выполняемый вариант заданий определяется по двум последним цифрам шифра. Например, шифр 2115, студент должен выполнить № 15.



в)



5. Свойства предельных углеводородов. Напишите реакции:

а) нитрования по Коновалову;

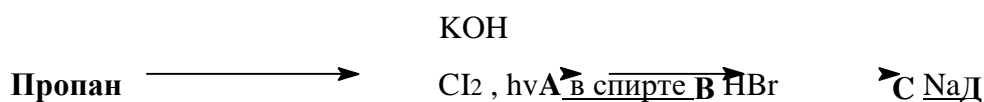
б) хлорирования изобутана.

6. Какие соединения называются изомерными. Напишите структурные формулы всех изомеров бутана и пентана.

7. Сформулируйте понятие гомологического ряда. Напишите структурные формулы двух ближайших гомологов гептана, имеющих в молекуле: а) два третичных атома углерода; б) один четвертичный.

8. В каком валентном состоянии находятся атомы углерода в предельных, этиленовых и ацетиленовых углеводородах? Что является характерным для этих соединений?

Напишите формулы соединений в схеме:



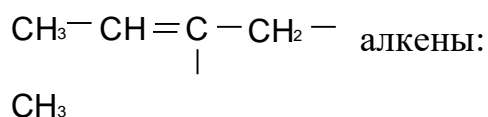
9. Напишите структурные формулы углеводородов:

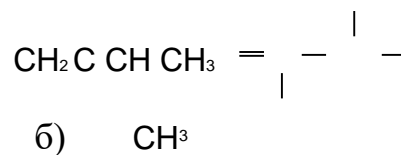
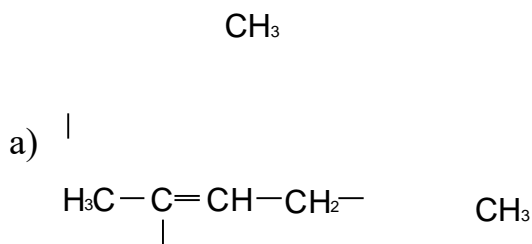
а) 2,3-диметилпентен-1

б) 3-этил-4-изопропилгексан

в) 2,7-диметилоктина-3.

10. Напишите формулы строения дигалогенпроизводных; из которых при взаимодействии с цинком можно получить следующие





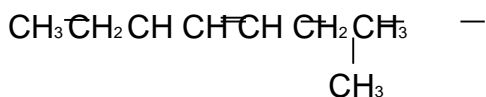
11. Подействуйте на 2-метилбутан I молекул хлора (при облучении). Напишите и назовите полученные соединения по международной номенклатуре (ИЮПАК). 12. Какие углеводороды можно получить по реакции Вюрца из хлористого метила и хлористого изопронила? Напишите соответствующие реакции и дайте названия полученным веществам.

13. Напишите структурные формулы следующих соединений:

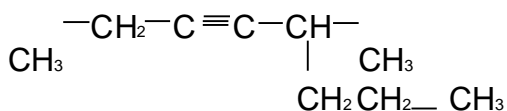
а) 2,2,3-триметилбутан; б) 2-бром-3-изопропилгексана;

в) 2-метил-3,3-диэтилгексана-I. Напишите схему реакции 2-бром-3-изопропилгексана с йодистоводородной кислотой и назовите полученное соединение по номенклатуре ИЮПАК.

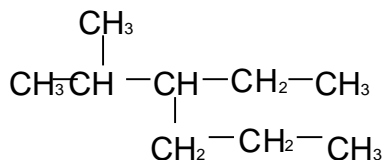
14. Назовите углеводороды по номенклатуре ИЮПАК: а)



б)



в)



15. Получите двумя способами (восстановлением соответствующего алкена и из галогенпроизводных) 2,4-диметилпентан.

16. Напишите схему получения 2-метилбутана реакцией декарбосилирования соответствующей соли и уравнения реакций его нитрования, сульфирования.

Укажите условия проведения реакции.

17. Какие углеводороды получатся и при действии металлического натрия, иодистоводородной кислоты и спиртового раствора едкой щелочи на 2-бром-2метилбутан? Назовите полученные углеводороды по номенклатуре ИЮПАК.

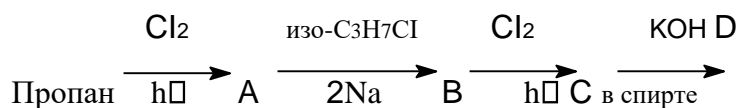
18. Напишите структурные формулы следующих соединений:

а) 2-метил-4-изопропилгептана;

б) 2,2,4-триметилпентена-3;

в) 3-метил-1-гексен-4-ина.

19. Составить уравнения реакций по схемам:



20. Что такое радикалы? Чем объясняется их химическая активность? Чем они отличаются от ионов? Представьте структурные формулы и дайте названия радикалов, соответствующих углеводородам: C_3H_8 , C_2H_4 , C_5H_{12} .

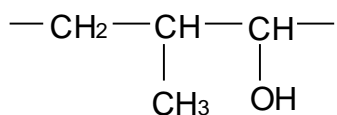
21. Химические свойства алкенов. Какой тип реакции наиболее характерен для них? Привести основные реакции на примере 3-метилбутен-1.

22. Напишите схему реакции HBr с пропиленом. Объясните на этом примере правило Марковникова с позиций электронной теории.

23. Напишите схему окисления пропилена раствором KMnO_4 в мягких условиях (реакция Вагнера).

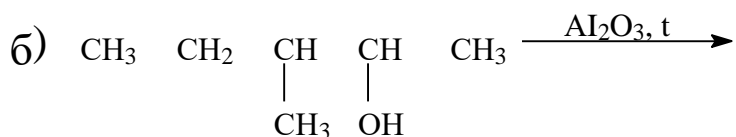
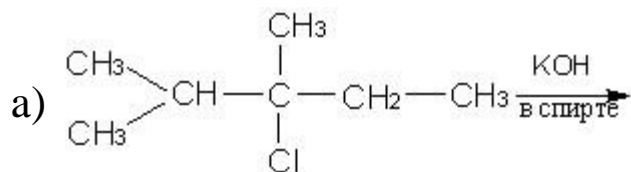
24. Получите соответствующий этиленовый углеводород дегидратацией спирта и укажите какие катализаторы используются для дегидратации:





25. Укажите, какие соединения могут быть получены из пропилена и изобутилена при действии: а) H_2SO_4 и затем воды, б) HCl .

26. Какой углеводород получается и объясните основное положение правила Зайцева.



27. Углеводород C_6H_{12} реагирует с бромом, а при озонировании и разложении озонида водой образует только пропаналь. Напишите структурную формулу и уравнения реакций.

28. Какое соединение образуется при действии на 2-метил-1-бутен: а) HCl ;

б) H_2O ? Какое правило следует применять при написании уравнений химических реакций?

29. Химические свойства ацетиленовых углеводородов. Какой углеводород получится, если на 3,3-диметилбутен-1 подействовать бромом, а затем избытком спиртового раствора щелочи?

30. Химические свойства диеновых углеводородов с сопряженными двойными связями. Напишите реакции взаимодействия 2-метил-1,3-пентадиена с бромом и бромистым водородом.

31. На пропин подействуйте следующими веществами: а) метанолом; б) этанолом; в) уксусной кислотой. Назовите полученные вещества.

32. Напишите схему реакций одного моля бромистого водорода со следующими веществами:

а) 2,3-диметилпентеном-1;

б) бутадиеном-1,3;

в) 3,3,4-триметилгексином-1.

Назовите полученные соединения по номенклатуре ИЮПАК.

33. Какой углеводород можно получить из 3-метилбутанола-2. Укажите катализатор и укажите схему реакций полученного углеводорода с HBr и H_2SO_4 и KMnO_4 .

34. Исходя из пропина, получите 2-хлорпропан, а также напишите реакцию гидратации пропина (реакция Кучерова). Назовите полученные соединения.

35. Напишите схемы реакций последовательного получения этилового спирта из ацетилена (через стадию гидратации ацетилена). Напишите схемы реакций, характеризующие свойства этилового спирта (окисление, внутри- и межмолекулярная дегидратации, образование алкоголята). Назовите все соединения.

36. Первичный, вторичный и третичный амиловые спирты были подвергнуты окислению водным раствором бихромата калия в серной кислоте. Напишите схемы реакций окисления каждого спирта и назовите исходные и полученные вещества (по ИЮПАК).

37. Исходя из пропена получите глицерин.

38. Исходя из иодистого пропила получите масляную кислоту (бутановая), не используя цианид калия.

39. Химические свойства одноатомных и двухтомных спиртов. Напишите уравнение реакций получения диизопропилового эфира гликолята натрия.

40. Укажите различия в структуре и свойствах первичных, вторичных и третичных спиртов. Напишите схему реакции получения ацетона, ацетальдегида и назовите по ИЮПАК.

41. Получите диметилкетон из соответствующего спирта и напишите для него реакции: окисления, восстановления и взаимодействия с бисульфитом натрия.

Назовите исходные и полученные соединения по ИЮПАК.

42. Окислением соответствующих спиртов получите следующие карбонильные соединения: 2-метилбутаналь, метилизопропилкетон. Сравните их химические свойства на примере реакций окисления. Назовите исходные и полученные соединения по ИЮПАК.
43. Из бутана-1 реакцией гидратации Кучерова получите бутанон и напишите для него схемы реакций: окисления, восстановления и взаимодействия с синильной кислотой. Назовите полученные соединения.
44. Напишите для масляного альдегида следующие реакции: а) альдольной конденсации, б) с метанолом в присутствии каталитических количеств аммония хлористого, в) гидросиламином. Назовите полученные соединения по ИЮПАК.
45. Получите 2-метилбутанон-3 рядом последовательных превращений 3-метилбутанола-1. приведите схему реакций и назовите соединения.
46. Осуществите следующую схему превращений: 3-хлопропаналь \rightarrow диметилацеталь 3-хлорпропаналя \rightarrow диметилацетальпропеналя \rightarrow пропеналя (акролеин).
47. Химические свойства альдегидов и кетонов. Напишите все реакции замещения для них. Назовите полученные соединения.
48. Химические свойства альдегидов и кетонов. Напишите все реакции с участием водородного атома в α -положения к карбонильной группе (с хлором, альдольная и кротоновая конденсации). Назовите полученные соединения.
49. Получите уксусную кислоту из бромистого метила (с помощью нитрильного синтеза). Напишите схемы реакций уксусной кислоты с: а) пятихлористым фосфором; б) аммиаком при нагревании; в) содой. Назовите полученные соединения.
50. Исходя из 1-хлорпропана получите пропионовую кислоту. Напишите схемы реакций взаимодействия ее с: а) пятихлористым фосфором; б) этиловым

спиртом в присутствии концентрированной серной кислоты. Назовите полученные соединения.

51. Получите из янтарной кислоты: а) янтарный ангидрид; б) дипропиловый эфир янтарной кислоты; в) янтарнокислый аммоний.
52. Химические свойства одноосновных карбоновых кислот. Напишите уравнения реакций образования: а) амида пропановой кислоты; б) хлорангирида бутановой кислоты; в) изопропилового эфира этановой кислоты.
53. Получите из 2-метилпропановой кислоты 2,4-диметилпентанон-3.
54. Напишите схемы реакций последовательного получения сложного эфира, исходя из пропаналя и пропанона (через стадии получения кислоты и спирта). назовите все соединения.
55. Напишите уравнения реакций получения щавелевокислого кальция, исходя из оксиуксусной кислоты, а также пропилацетата исходя из хлорангирида уксусной кислоты и пропилата натрия.
56. Получите бутанон- 2 исходя из бутена- 1. Напишите схемы реакций взаимодействия бутанона- 2 с: а) 2,4- динитрофенилгидразином; б) синильной кислотой.
57. Предложите схему синтеза м-хлорбензойной кислоты, исходя из этина.
58. Подвергните нагреванию α,β,γ -оксипентановые кислоты и назовите продукты реакции.
59. Напишите схемы реакций получения из соответствующих спиртов масляной и валериановой кислот. Подействуйте на кислоты пятихлористым фосфором.

Напишите схемы реакций и назовите соединения.

60. Осуществите следующую схему превращения: уксусная кислота \rightarrow хлористый ацетил \rightarrow ацетангидрид \rightarrow пропилацетат.

61. Напишите схемы реакций окисления D- глюкозы до глюконовой кислоты и до глюкаровой кислоты (двухосновной).
62. Напишите структурную формулу восстанавливающего дисахарида, построенного из остатков α -D-глюкопиранозы. Напишите реакции окисления этого дисахарида.
63. Напишите реакцию взаимодействия β -D-галактопиранозы с хлорангидридом уксусной кислоты. Назовите полученное соединение.
64. Напишите взаимодействие β -D-глюкофуранозы с избытком уксусного ангидрида и с этилиодидом в присутствии оксида серебра. Назовите полученные соединения.
65. Напишите реакцию взаимодействия β -D-фруктофуранозы с 1 молем этилового спирта (в присутствии HCl) и с гидроксиламином. Назовите полученные соединения.
66. Напишите реакции окисления D-галактозы до альдоновой кислоты и восстановления D-глюкозы до шестиатомного спирта. Назовите полученные соединения.
67. Чем объясняются восстановительные свойства глюкозы? Из D-глюкозы получите глюконовую и сахарную (глюкуроновую) кислоты.
68. Напишите уравнение реакций D-рибозы с: а) синильной кислотой; б) гидроксиламином; в) уксусным ангидридом.
69. Приведите реакции, доказывающие наличие в молекуле D-глюкозы карбонильной и гидроксильной групп (окисление, восстановление, образование сложного эфира с уксусным ангидридом).
70. Напишите реакции взаимодействия β - D-фруктопиранозы с 1 молем пропилового спирта (в присутствии сухого HCl). Назовите полученное вещество. Отметьте в нем ассиметрические атомы углерода. Объясните что такое ассиметрический атом углерода.

71. Что такое мутаротация? Напишите схемы реакций D-глюкозы с аммиачным раствором оксида серебра и восстановления D-галактозы.
72. Какой гидроксил называется полуацетальным и чем он отличается от остальных гидроксильных в углеводах. Напишите схему получения метил- α -D-глюкофуранозиды, α -D-глюкопиранозиды.
73. Напишите реакцию кислотного гидролиза сахарозы. Объясните, почему пищевой сахар не дает реакции образования серебряного зеркала, а инвертированный – дает. Поясните соответствующей реакцией.
74. Как химическим путем можно отличить сахарозу от мальтозы. Напишите реакцию и назовите полученное соединение.
75. Напишите схему образования дисахарида: α -D-глюкопиранозил β -D-фруктофуранозил (сахароза). Почему сахарозу называют невосстанавливающим дисахаридом?
76. Как химическим путем можно отличить сахарозу от лактозы? Напишите схему реакций и назовите полученное соединение.
77. Напишите схему гидролиза крахмала. Чем отличается строение крахмала от строения клетчатки? Поясните, приведя структурные формулы.
78. Напишите формулы сахарозы и целлобиозы. Поясните, какой из этих дисахаридов и почему является восстанавливающим.
79. Химические свойства первичных и вторичных аминов. Ответ иллюстрируйте уравнениями реакций для этиламина и диметиламина.
80. Анилин, химические свойства. В чем выражается взаимное влияние радикала (фенила) и аминогруппы?
81. Какие соединения называются жирами? Напишите уравнение реакции глицерида из 3-х молекул олеиновой кислоты и глицерина.
82. Напишите структурную формулу триолеина. От чего зависит консистенция жира? Какой химической реакцией можно подтвердить ненасыщенность этого триглицерида?

83. Напишите формулы пяти кислот, которые входят в состав жиров и масел. От чего зависит консистенция жира? Напишите реакцию получения триглицерида из любых трех приведенных выше кислот.
84. Что такое масла? Напишите схему образования триглицерида олеиновой кислоты.
85. Напишите схему реакций получения дипальмитостеарина. Какой это консистенции жир? Проведите гидролиз этого жира в присутствии гидроксида калия.

Какую консистенцию имеет полученное мыло?

86. Напишите следующие реакции: а) каталитического гидрирования линоленодиолеина; б) омыления пальмитодистеарина. Назовите продукты реакции.
87. Получите смешанный триглицерид из олеиновой, линолевой и линоленовой кислот. Проведите гидрогенизацию его. Сравните свойства исходного триглицерида и продукта реакции. Назовите оба соединения.
88. Получите сложный эфир из глицерина и линоленовой кислоты. Назовите его. Проведите каталитическое гидрирование этого триглицерида. В чем сущность прогоркания жира?
89. Как химическим способом отличить растительное масло (например, подсолнечное, льняное, конопляное) от минерального машинного и трансформаторного? Напишите реакцию на примере триолеина.
90. Напишите реакцию образования смешанного триглицерида из глицерина, олеиновой кислоты и двух молекул стеариновой кислоты. Назовите его. Проведите омыление этого жира. Что такое мыло?
91. Напишите реакцию взаимодействия изомасляной кислоты с бромом и полученного соединения с избытком аммиака. На продукт реакции подействуйте: а) соляной кислотой; б) гидроксидом натрия. Все полученные вещества назовите.

92. На примере β -аминовалериановой кислоты поясните, в чем заключается амфотерный характер аминокислот (ответ поясните реакцией). Проведите реакцию этой кислоты с азотистой кислотой. Назовите полученное соединение.
93. Исходя из 1-йодбутана с помощью нитрильного синтеза получите сначала пентановую кислоту, а затем 2-аминопентановую (через стадию образования галогензамещенной кислоты).
94. Напишите схему следующих реакций: а) аланина с азотистой кислотой; б) серина со щелочью; в) глицина с хлористым ацетилом; г) диссоциацию аспарагиновой кислоты. Назовите продукты реакций.
95. Амфотерный характер аминокислот. Напишите уравнения реакций взаимодействия аланина с NaOH и HCl.
96. Получите аминокислоту из α -хлоруксусной кислоты. Назовите ее. Напишите схему взаимодействия этой кислоты со следующими веществами:
- а) KOH; б) HCl; в) HNO_2 . Назовите продукты реакций.
97. Какова реакция (рН) водного раствора: а) глицина; б) аспарагиновой кислоты; в) лизина. Напишите схему диссоциации этих кислот.
98. Напишите реакцию взаимодействия (аланина) со следующими веществами:
- а) уксусным ангидридом; б) соляной кислотой; в) гидроксидом натрия; г) этанолом (в присутствии H_2SO_4). Назовите продукты реакции.
99. Получите изолейцин из соответствующей хлорзамещенной кислоты и напишите реакции взаимодействия его со следующими веществами: а) PCl_5 ; б) HNO_2 ; в) HCl.
100. Какие вещества образуются при нагревании в присутствии водоотнимающих средств: а) α -аминопропионовой; б) β -

аминопропионовой кислот. Напишите реакции и назовите полученные соединения.

101. Какие соединения называют амидами кислот? В чем различие между амидами кислот и аминокислотами? Напишите формулы: а) амидов пропионовой и валериановой кислот; б) и β -аминопропионовой кислот.

102. Образование уреидов. Напишите уравнения реакций образования уреидов: а) из мочевины и пропионовой кислоты; б) из мочевины и малоновой кислоты.

103. Физиологическая роль мочевины в животных организмах и применение ее в лесном хозяйстве. Напишите уравнения реакций: а) гидролиз мочевины; б) образование полного уреида из мочевины и α -оксипропионовой кислоты.

104. Физиологическая роль аспарагина и глутамина. Какую реакцию будет иметь раствор аспарагиновой кислоты? Напишите диссоциацию указанной кислоты по основному и кислотному типу.

105. Белки. Первичная, вторичная и третичная структура белковых молекул.

Напишите реакцию гидролиза аланилвалина и цистеилсерина.

106. Какие соединения называются пептидами? Какая цветная реакция показывает наличие в белках пептидной связи? Приведите формулу трипептида аспарагил-серил-цистеин и укажите пептидную связь.

107. Что определяет пищевую ценность белка? Назовите незаменимые аминокислоты и напишите их формулы.

108. Что такое полипептиды? Получите трипептид аспарагил-серил-аланин из хлорангидридов соответствующих α -аминокислот. Отметьте пептидную связь. 109. Какие соединения называются белками? Поясните почему белки являются амфотерными соединениями. Что такое изоэлектрическая точка данного белка?

Напишите формулу трипептида аспарагил-глицил-лизина.

110. Охарактеризуйте свойства пиридина как гетероциклического ароматического соединения. Напишите реакции: а) пиридина с соляной

кислотой; б) β-метилпиридина с окислителем; в) пиридина с азотной кислотой (в присутствии серной кислоты).

111. Напишите структурную формулу триптофана. Коротко расскажите о его биохимическом значении. Назовите по номенклатуре ИЮПАК гетероциклическое соединение гетероауксин. Какое влияние оказывает гетероауксин на рост растений.

112. Напишите реакции пиррола с: а) металлическим калием; б) водородом (в присутствии катализатора); в) сероводородом (в присутствии Al_2O_3). Назовите полученные соединения. Какое значение имеет пиррол в жизни животных и растений (производные пиррола хлорофилл и гемоглобин)?

113. Что такое гетероциклические соединения? Получите тиофен из ацетилена и сероводорода. Коротко охарактеризуйте это соединение. Напишите реакции сульфирования и хлорирования тиофена.

114. Получите фурфурол из пентозы, расскажите о применении фурфурола и коротко охарактеризуйте его свойства.

115. Напишите схему превращений пятичленных гетероциклов по Юрьеву. Чем объясняется ароматический характер пятичленных гетероциклов?

116. Напишите структурную формулу 2,6,8- триоксипурина. Какое биологическое значение имеет это соединение?

117. Строение пурина и его производных: аденина и гуанина. Напишите уравнения реакции образования нуклеотида из аденина, β- D- рибозы и фосфорной кислоты.

118. Строение пиримидина. Напишите уравнения реакций образования нуклеотида из 2,4- диоксипиримидина (урацила), β- D- рибозы и фосфорной кислоты. 119. Строение нуклеиновых кислот. Напишите уравнения реакций образования нуклеотида из аденина, D- дезоксирибозы, фосфорной кислоты.

120. Роль нуклеиновых кислот в процессах жизнедеятельности живого организма.

121. Аденозинтрифосфат (АТФ), его строение и биологическая роль.

122. Чем отличаются нуклеотиды от нуклеозидов? Напишите формулу нуклеотида, состоящего из цитозина, дезоксирибозы и фосфорной кислоты.

Таблица вариантов заданий по органической химии

Номер варианта	Номера заданий	Номер варианта	Номера заданий
00	10,21,35,56,62,82,91,113	50	15,22,43,52,79,88,109,114
01	12,23,40,58,61,81,95,119	51	17,24,45,60,61,86,111,113
02	14,25,42,60,65,86,94,112	52	19,27,47,59,63,84,108,112
03	16,30,36,49,63,85,94,120	53	4,29,36,57,65,82,106,122
04	8,33,37,50,66,83,92,115	54	1,33,38,55,67,89,104,120
05	6,22,39,48,79,89,100,118	55	6,31,40,49,69,81,102,118
06	4,34,38,59,67,84,99,116	56	2,21,42,58,71,87,100,116
07	2,24,41,57,64,87,97,121	57	8,23,44,53,73,85,98,114
08	20,28,44,55,78,90,111,122	58	10,25,46,51,75,83,96,115
09	19,32,43,54,80,88,110,114	59	12,27,35,50,77,81,94,112
10	18,31,45,53,77,85,109,117	60	20,29,38,60,79,83,82,117
11	15,29,46,52,69,81,104,112	61	16,32,37,59,65,87,109,119
12	1,27,36,51,76,90,106,119	63	14,34,39,57,67,89,107,122
13	3,26,35,47,70,86,108,115	64	12,31,36,55,69,82,111,113
14	5,28,40,60,68,82,96,113	65	10,22,38,53,71,90,105,112
15	7,30,35,58,72,84,98,118	66	1,24,40,56,72,84,103,113

16	9,33,38,56,70,89,101,116	67	3,26,42,54,75,86,101,114
17	11,21,36,59,75,85,105,120	68	5,28,39,52,77,88,99,115
18	13,25,37,57,71,83,103,117	69	7,30,41,57,80,90,97,116
19	17,24,39,55,73,87,107,114	70	9,34,35,50,76,82,95,117
20	1,29,35,60,61,81,92,112	71	2,32,37,48,74,86,83,118
21	5,34,37,48,63,83,94,114	72	4,30,36,57,73,84,91,119
22	8,32,39,56,65,85,96,116	73	6,28,47,59,74,88,111,120
23	10,30,41,54,67,87,98,118	74	8,26,45,60,76,81,108,122
24	13,26,43,52,69,89,100,120	75	19,24,43,52,78,83,106,121
25	15,31,45,50,71,83,103,122	76	17,22,41,54,63,85,104,113
26	17,23,47,59,73,84,104,113	77	15,29,39,56,66,87,102,115
27	19,27,36,57,75,86,106,115	78	13,21,38,60,64,89,100,117
28	12,22,38,55,77,88,108,117	79	11,23,40,49,68,81,98,119
29	14,33,40,49,80,90,110,119	80	2,25,42,58,70,83,96,121
30	16,24,42,58,79,82,91,121	81	4,27,44,59,61,85,94,112
31	18,31,44,53,76,84,93,114	82	6,31,46,53,80,87,92,122
32	2,23,46,51,78,86,95,116	83	8,33,35,51,78,89,105,114
33	4,32,35,50,74,88,97,118	84	10,21,38,60,76,82,107,116
34	6,29,37,48,72,90,99,120	85	12,23,35,52,74,85,111,118
35	9,27,39,56,70,81,101,122	86	14,25,37,48,72,87,109,120
36	11,25,41,54,68,83,103,112	87	15,27,39,56,70,89,107,114
37	3,34,43,52,66,85,105,121	88	17,29,41,58,68,90,105,116
38	7,30,45,60,64,87,107,119	89	19,31,43,57,66,88,103,118
39	20,28,47,59,62,89,109,117	90	16,33,44,58,64,86,101,120
40	3,26,36,57,80,81,111,115	91	20,22,47,60,62,84,99,112
41	5,21,38,55,78,83,91,113	92	18,24,36,59,79,82,97,113
42	7,26,40,49,76,85,93,122	93	1,26,45,56,77,90,95,115
43	9,28,42,58,74,87,95,121	94	3,28,35,55,75,81,93,117
44	11,30,44,53,72,89,87,120	95	5,30,36,59,73,83,91,119
45	14,32,46,51,70,82,99,119	96	7,32,38,54,71,85,110,121
46	16,34,35,50,68,84,101,118	97	9,34,56,61,87,108,39,114
47	18,21,37,48,66,86,103,117	98	11,28,40,54,69,89,106,116
48	20,23,39,56,64,88,105,116	99	2,30,43,52,67,81,104,118
49	13,25,41,54,62,97,107,115		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грандберг И.И. Органическая химия: Учебник для бакалавров. Рекомендовано УМО по агрономическому образованию для студентов вузов. - 8-е изд. - М. : Изд. Юрайт, 2013. - 608 с. - (Бакалавр. Базовый курс). - ISBN 978-5-9916-1989-9
2. Грандберг, И.И. Органическая химия [Электронный ресурс]: учебник для бакалавров: для студентов вузов, обучающихся по направлениям и специальностям агрономического образования: рек. УМО по образованию / И.И. Грандберг, Н.Л. Нам. – М.: Юрайт, 2013. – 608 с. Режим доступа: <http://biblio.bsau.ru/metodic/20901.pdf>.
3. Методические указания и домашние задания по теме "Номенклатура органических соединений" к занятиям по органической химии для студентов очного обучения [Электронный ресурс]: направления: 35.03.04 Агрономия / Башкирский ГАУ, Каф. химии; сост.: Р. Р. Ишбердина - Уфа: [б. и.], 2019. - 30 с. - Б. ц. <http://biblio.bsau.ru/metodic/90631.doc>
9. Основы органической химии [Текст]: учебное пособие для преподавателей, аспирантов и студентов (бакалавров и магистров): рек. М-вом образования РБ / М. Г. Сафаров [и др.]. - М.: Химия, 2012. - 535 с.
10. Учебное пособие «Органическая химия» для подготовки бакалавра следующих направлений: Электрон. текстовые дан. (1 файл: 1,10 Мб). - Уфа: БГАУ, 2017. <http://biblio.bsau.ru/metodic/66107.pdf>