

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

*Учебно-методическое пособие
по курсу «Органическая химия»
для студентов биологического института*

Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2015

ОДОБРЕНО кафедрой органической химии

Зав. кафедрой Ю.Г. Слизов

РАССМОТРЕНО И УТВЕРЖДЕНО методической комиссией
химического факультета

Председатель комиссии
доцент В.В. Хасанов
Протокол № 23 от «20» мая 2015 г.

Пособие представляет собой сборник заданий по основным классам органических соединений. Вопросы каждого раздела охватывают темы номенклатуры, способов получения и реакционной способности органических соединений соответствующего класса.

Для самостоятельной работы при подготовке к семинарским занятиям и экзамену по курсу «Органическая химия» для студентов I и II курсов Биологического института.

Составители:

С.С. Кравцова, Т.Н. Матвеева

Оглавление

Введение.....	4
Программа курса «Органическая химия».....	5
Задания для самостоятельной подготовки.....	11
Алканы.....	11
Алкены.....	14
Алкины.....	17
Арены.....	19
Спирты.....	22
Фенолы.....	25
Альдегиды и кетоны.....	27
Карбоновые кислоты.....	29
Гидроксикарбоновые кислоты.....	32
Углеводороды.....	35
Амины.....	37
Аминокислоты. Белки.....	39
Гетероциклы. Нуклеиновые кислоты.....	41
Литература.....	43

Введение

1. Цели освоения дисциплины

Целью курса «Органическая химия» является подготовка студентов к изучению дисциплин биологического профиля, связанных с вопросами образования и превращения органических соединений в природе. В лекционном курсе рассматриваются закономерности строения и реакционной способности органических веществ, природа органических реакций, общие закономерности органической науки, указывается значение органической химии для биологии. Особое внимание уделяется реакциям, аналоги которых встречаются в живой природе. Рассматриваются биологически важные классы органических соединений, их химическая активность, а также обращается внимание на промышленно важные процессы синтеза лекарственных средств, полимерных материалов, поверхностно-активных веществ.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Органическая химия» является компонентом базовой части математического и естественно-научного цикла Б.2 учебного плана подготовки бакалавра по направлению 020400–Биология, 021900 – Почвоведение, 110400–Агрохимия.

Для успешного освоения курса студенты предварительно проходят подготовку по дисциплинам «неорганическая химия» и «аналитическая химия», где приобретают необходимые профессиональные компетенции по атомно-молекулярной теории строения соединений, образования химических связей, их энергетики, а также принципам и методам аналитической химии (приемы анализа и количественного определения соединений). «Органическая химия» является логическим продолжением в цепи дисциплин по принципу «от простого к более сложному» и сама является основой при дальнейшем изучении дисциплины «Биохимия» или родственных дисциплин. До изучения дисциплины «Органическая химия» студенты должны знать атомно-молекулярную теорию строения, свойства атомов и принципы образования связей в молекулах, быть знакомыми с энергетическими характеристиками связей.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Органическая химия»

При изучении лекционного материала по органической химии, подготовке и проведении семинарских занятий студенты приобретают основные знания и умения.

В ходе изучения дисциплины «Органическая химия» студент должен

- **знать:** основные понятия органической химии; закономерности строения органических соединений; основные механизмы реакций; методы синтеза наиболее важных соединений;
- **уметь:** записывать формулы органических соединений и реакций с их участием; составлять названия органических соединений;
- **владеть:** основными принципами связи химического строения органических соединений с их реакционной способностью.

Программа курса «Органическая химия»

Введение. Предмет органической химии. Её связь с биологией и медициной. Основные положения теории химического строения А.М.Бутлерова. Гомология. Изомерия и ее виды.

Способы построения названий органических соединений. Тривиальная номенклатура, заместительная номенклатура, ИЮПАК.

Типы химической связи в органических соединениях. Способы изображения молекул органических соединений, структурные и электронные формулы (Г. Льюис). Представление о молекулярных орбиталях. Типы гибридизации атома углерода в органических соединениях. σ - и π -связи атомов углерода, физические характеристики связей: длина, валентные углы, энергия. Гомолитический и гетеролитический разрыв связи. Свободные радикалы и их особые свойства. Электрофильные и нуклеофильные реагенты. Классификация органических реакций.

Индуктивный и мезомерный эффекты и способы изображения этих эффектов. Резонансные структуры, правила их построения. Влияние электронных эффектов заместителей на стабильность и реакционную способность органических соединений и промежуточных частиц.

Алканы. Гомологический ряд, изомерия и номенклатура. Природные источники алканов. Методы синтеза: гидрирование непредельных углеводородов, щелочное плавление солей карбоновых кислот, из галогеналканов (реакция Вюрца). Природа С-С и С-Н связей в алканах. Химические свойства: реакции галогенирования. Механизм цепных свободнорадикальных реакций галогенирования. Нитрование (М.И. Коновалов), сульфирование, сульфохлорирование и окисление. Селективность радикальных реакций. Термический и каталитический крекинг.

Алкены. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Геометрическая изомерия (цис-, транс- и Z-, E- номенклатура). Природа двойной связи. Методы синтеза: из галогенпроизводных, из спиртов, крекингом алканов. Химические свойства алкенов: гидрирование, галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация. Электрофильное присоединение (Ad_E). Общее представление о механизме реакции. Правило Марковникова и его современная трактовка. Присоединение HBr по Харащу (механизм). Окисление по Вагнеру и исчерпывающее окисление алкенов с помощью $KMnO_4$. Качественное обнаружение двойной связи. Полимеризация.

Алкины. Гомологический ряд, номенклатура, изомерия. Природа тройной связи. Химические свойства алкинов. Реакции присоединения по тройной связи: гидрирование, гидратация (М.Г. Кучеров), присоединение галогенов, галогеноводородов. $C\equiv N$ -кислотность ацетилена. Реакции замещения ацетиленового атома водорода на металл. Магний-органические производные алкинов (Ж.И. Юоич), их использование в органическом синтезе. Димеризация (винилацетилен) и циклотримеризация (бензол) ацетилена. Окисление алкинов.

Алкадиены. Типы диенов. Изолированные, кумулированные и сопряженные диены. Сопряженные двойные связи и их особые свойства. Молекулярные орбитали 1,3-диенов. Представители диенов: бутадиен-1,3 (дивинил), изопрен. Полимеризация диенов. Понятие о строении природного каучука. Вулканизация каучука.

Алициклические соединения. Циклоалканы и их кислородные производные: циклогексанол, циклогексанон. Конформации циклогексана (структуры типа «кресло» и «ванна»). Ароматизация производных циклогексана.

Арены. Строение бензола. Формула Кекуле. Молекулярные орбитали бензола. Концепция ароматичности. Правило Хюккеля. Небензoidные ароматические системы. Ароматические катионы и анионы. Свойства аренов. Каталитическое гидрирование аренов. Галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование, ацилирование бензола. Электрофильный характер этих процессов. Представление о π - и σ -комплексах. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители. Их направляющее влияние. Хлорирование толуола в ядро и боковую цепь. Реакции присоединения к бензольному кольцу: гидрирование, галогенирование. Окисление алкилбензолов до карбоновых кислот. Изомерия дизамещенных бензолов. Понятие о полициклических

ароматических соединениях с изолированными и конденсированными кольцами. Канцерогенные свойства. Природные соединения на основе фенантрена: алкалоиды, стероиды, витамины, гормоны.

Галогенпроизводные углеводов. Способы получения: галогенирование углеводов, замещение гидроксила на галоген, присоединение галогенов и галогенводородов по кратным связям. Свойства: реакции нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода в алкилгалогенидах как метод создания связи C–C, C–N, C–O, C–S, C–P (получение алкилгалогенидов, спиртов, тиолов, простых эфиров, нитросоединений, аминов, нитрилов, сложных эфиров и др.). Реакции элиминирования. Правило Зайцева. Качественные реакции.

Гидроксипроизводные углеводов. Одноатомные спирты. Гомологический ряд, классификация, изомерия, номенклатура. Влияние ассоциации на их физические свойства. Получение: гидратация алкенов, гидролиз галогенпроизводных, восстановление карбонильных соединений, синтез с помощью магнийорганических соединений. Свойства спиртов. Спирты как слабые OH-кислоты. Реакции: образование алкоколятов, замещение гидроксила на галоген, аминогруппу, внутримолекулярная и межмолекулярная дегидратация, этерификация (получение сложных эфиров), окисление. Диэтиловый эфир как представитель простых эфиров. Высшие спирты в природе. Понятие о строении восков.

Полиатомные спирты. Этиленгликоль. Получение, свойства. Глицерин. Получение, свойства и применение. Ксилит, сорбит, маннит, их связь с сахарами. Методы идентификации спиртов (получение производных, ИК-спектры).

Фенолы. Методы получения: замещение галогена на гидроксил, кумольный способ получения фенола в промышленности. Свойства фенолов. Фенолы как OH-кислоты. Взаимное влияние гидроксила и бензольного кольца в молекуле фенола. Сравнение кислотного характера фенолов и спиртов, влияние заместителей на кислотность фенолов. Образование фенолятов, простых и сложных эфиров. Реакции электрофильного замещения в ароматическом кольце фенолов: галогенирование, нитрование. Пикриновая кислота. Окисление фенолов. Хиноидная структура как хромофорная группа. Качественное определение фенолов (получение производных, ИК).

Альдегиды и кетоны. Изомерия и номенклатура. Образование альдегидов и кетонов при окислении спиртов, при гидролизе

дигалогенпроизводных, из кислот и их производных. Строение карбонильной группы, её полярность и поляризуемость. Свойства и реакции. Общие представления о механизме нуклеофильного присоединения по карбонильной группе альдегидов и кетонов. Присоединение к оксосоединениям водорода, воды, синильной кислоты, бисульфита натрия, магнийорганических соединений. Реакции с гидроксиламином, гидразином и его производными. Полуацетали, ацетали. Реакции с участием α -водородного атома. Галоидирование, тригалогениды, галоформенная реакция. Альдольная и кротоновая конденсация (представление о механизме). Образование тримеров и полимеров (параформ, паральдегид). Окисление альдегидов и кетонов. Реакция «серебряного зеркала» как качественная реакция на альдегиды. Идентификация оксосоединений по ИК-спектру, ЯМР-спектру.

Карбоновые кислоты и их производные. Классификация, номенклатура, изомерия. Образование кислот при окислении углеводов, спиртов, альдегидов, кетонов, при гидролизе функциональных производных. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона. Физико-химические свойства кислот: ассоциация, диссоциация. Кислотность, её зависимость от электронных эффектов заместителей. Соли, галогенангидриды, ангидриды, амиды, нитрилы, сложные эфиры. Их взаимные превращения. Омыление сложных эфиров. Галогенирование кислот по углеводородному радикалу. Методы идентификации кислот. Производные угольной кислоты: фосген, мочевина.

Двухосновные кислоты. Общие методы их синтеза. Характерные реакции дикарбоновых кислот. Адипиновая кислота как полупродукт производства нейлона.

Ароматические кислоты. Получение их окислением боковых цепей в алкилбензолах. Бензойная кислота. Фталевая кислота (получение из нафталина) и её ангидрид. Теревталевая кислота (получение из п-ксилола) и синтетическое волокно на её основе (лавсан). Салициловая кислота и её производные (салол, аспирин). Диметилфталат и м-диэтилтолуамид как инсекторепелленты.

Непредельные кислоты. Полимеры на основе производных акриловой и метакриловой кислот (плексиглас, нитрон). Фумаровая и малеиновая кислоты. Различие физических и химических свойств геометрических изомеров. Понятие о строении липидов.

Гидрокси- и кетокислоты. Образование гидроксикислот при окислении гликолей, при восстановлении кетокислот, при гидролизе галогензамещенных кислот, циангидриновым методом, при окислении С-Н - связи карбоновых кислот, при гидратации непредельных карбоновых кислот. Дегидратация α -, β -, γ - гидроксикислот. Лактиды. Лактоны. Гликолевая, молочная, лимонная, винные кислоты: нахождение в природе и свойства. Stereoизомерия молочной и винных кислот. Хиральный атом углерода. Оптически активные вещества. Антиподы (энантиомеры), рацематы, диастереоизомеры. Использование глицеринового альдегида для установления относительной конфигурации оптически активных веществ. Определение абсолютной конфигурации. Проекционные формулы. Разделение рацематов. Пировиноградная кислота, её строение, свойства.

Углеводы (сахара). Моносахариды, олигосахариды, полисахариды. Классификация моносахаридов. Альдозы (альдопентозы, альдогексозы) и кетозы. Альдопентозы (рибоза, арабиноза, ксилоза) и альдогексозы (глюкоза, манноза, галактоза), их строение и нахождение в природе. Фруктоза как пример кетозы. Её строение, свойства, нахождение в природе, генетическая связь с глюкозой. D- и L-ряды сахаров, их стереохимическое отношение к D-глицериновому альдегиду. Stereoхимия альдоз и кетоз в проекциях Фишера. Циклические полуацетали альдогексоз - глюкопиранозы и глюкофуранозы. Гликозидный гидроксил. α - и β - аномеры. Кольчато-цепная таутомерия и мутаротация. Формулы Хеуорса. Конформации пиранозного цикла. Реакции моносахаридов: окисление, восстановление, ацилирование, с гидроксиламином, HCN.

Понятие о гликозидах и агликонах. Сахароза, мальтоза и целлобиоза как примеры дисахаридов (биоз). Полисахариды – целлюлоза, крахмал, инулин, гликоген.

Амины. Классификация, изомерия, номенклатура. Образование из аминокислот. Получение: алкилирование аммиака и аминов по Гофману, восстановление азотистых соединений.

Строение аминов. Амины как основания. Сравнение основных свойств первичных, вторичных и третичных алифатических и ароматических аминов. Влияние на основность аминов заместителей в ароматическом ядре. Реакции аминов: алкилирование, ацилирование, взаимодействие с азотистой кислотой, четвертичные аммониевые основания и их соли. Галогенирование, нитрование, сульфирование

ароматических аминов, защита аминогруппы. Сульфаниловая кислота, понятие о сульфамидных препаратах. Качественное определение азота и аминогруппы.

Аминокислоты. Белки. Строение, изомерия, амфотерность моноаминокарбоновых кислот. Природные аминокислоты. Их стереохимия и химические свойства. Сравнение свойств α -, β -, γ -аминокислот. Образование пептидов. Представители α -аминокислот: глицин, аланин, фенилаланин, валин, лейцин. Дикарбоновые аминокислоты: аспарагиновая, глутаминовая кислоты. Аминокислоты с дополнительной функциональной группой: серин, треонин, тирозин, лизин, орнитин, метионин, цистин, аспарагин. Аминокислоты гетероциклического ряда: пролин, гистидин, триптофан. Качественные реакции аминокислот.

Белки. Общие представления о составе, строении, физических и химических свойствах. Синтез белков, практическое, теоретическое, философское значение. Качественные реакции белков.

Синтетические полиамиды: нейлон, капрон.

Гетероциклические соединения. Классификация гетероциклов, номенклатура. Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Фуран, тиофен, пиррол. Ароматичность. Реакции электрофильного замещения: нитрование, сульфирование, галогенирование, ацилирование, алкилирование. Ориентация при S_E . Ацидофобность. Тиофен и его гомологи в природе. Фуран и фурфурол как продукты превращения углеводов. Понятие о строении хлорофилла и гемоглобина. Индол как структурное ядро триптофана, серотонина.

Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин. Различие свойств пиррольного и пиридинового атомов азота. Пассивность пиридина в реакциях S_E при вступлении заместителя в пиридиновое кольцо. Ориентация. Пиридин как основание. Образование солей. N-алкилирование. Никотиновая кислота и никотинамид (витамин PP) как фрагмент коэнзима А.

Циклы с несколькими гетероатомами. Понятие о строении пиримидина и его производных (цитозин, тиамин, урацил) и пуриновых оснований (аденин, гуанин).

Нуклеиновые кислоты.

Понятие о строении ДНК и РНК. Гидролиз нуклеиновых кислот. Нуклеотиды. Нуклеозиды. Вторичная структура нуклеиновых кислот – двойная спираль.

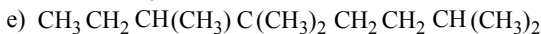
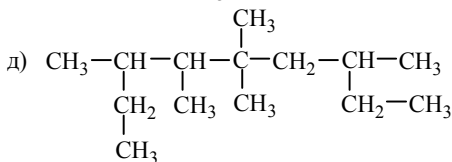
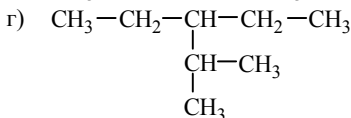
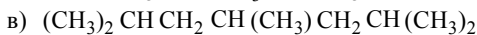
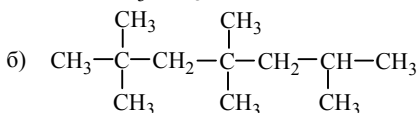
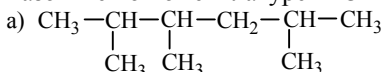
Задания для самостоятельной подготовки

Алканы

1. Какова природа σ - связей в молекулах метана, этана? Какие атомные орбитали участвуют в образовании связей С-Н и С-С? Охарактеризуйте длину энергию, полярность этих связей.
2. Какие соединения называют структурными изомерами? Напишите структурные формулы всех возможных изомеров бутана, пентана и гексана. Назовите их по номенклатуре ИЮПАК.
3. Напишите структурные формулы всех возможных изомерных радикалов:
а) $-\text{C}_2\text{H}_5$; б) $-\text{C}_3\text{H}_7$; в) $-\text{C}_4\text{H}_9$.

Назовите их.

4. Напишите структурные формулы следующих углеводородов:
а) 2-метилпентан;
б) 1,3-диметилпентан;
в) 3-этилгексан;
г) 2-метил-4-этилгексан;
д) 2,2,4-триметилпентан;
е) 3-метил-3-этилгептан;
ж) 4-изопропил-3-этилгептан.
5. Назовите по номенклатуре ИЮПАК следующие углеводороды:



В соединениях б, г, е укажите первичные, вторичные, третичные и четвертичные атомы углерода.

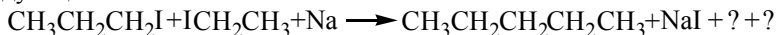
6. Назовите вещества, образующиеся при полном каталитическом гидрировании (никелевый катализатор, 160-180 °С) двойных связей следующих соединений:

- а) 2,4-диметилпентен-2 $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CHCH}(\text{CH}_3)_2$
б) изопрен $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CH}_2$
в) 2,2,3,5-тетраметилгексен-3 $(\text{CH}_3)_3\text{CC}(\text{CH}_3)=\text{CHCH}(\text{CH}_3)_2$

7. Какие углеводороды получаются при действии металлического натрия на следующие галогеналканы:

- а) йодистый метил;
б) бромистый этил;
в) хлористый пропил?

8. Какие побочные вещества образуются при получении пентана по следующей схеме:



9. Получите реакцией Вюрца следующие углеводороды:

- а) 3,4-диметилгексан;
б) 2,5-диметилгексан;
в) 2,6-диметилгептан.

В каких случаях образуется смесь углеводородов?

10. Какова реакционная способность алканов? Назовите характерные реакции.

Дайте определение следующим понятиям:

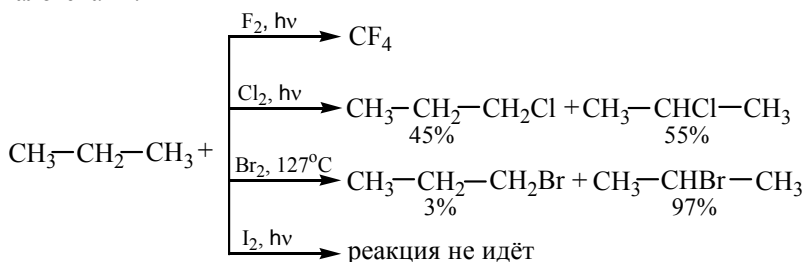
- а) гомолитический разрыв связи;
б) свободный радикал;
в) реакция радикального замещения.

11. Назовите стадии свободнорадикальной цепной реакции.

12. Образование каких монобромпроизводных возможно при бромировании 2,2,3-триметилпентана?

Какие факторы необходимо учитывать при определении главного направления реакции?

13. Объясните, почему пропан не одинаково реагирует с различными галогенами:



14. Напишите уравнение реакции нитрования по М.И. Коновалову для изобутана.

15. Напишите реакции нитрования (по М.И. Коновалову), сульфирования и сульфохлорирования 2-метилпентана.

16. С какими из приведенных соединений реагирует пропан при заданных условиях:

- а) H_2SO_4 (конц.), 20°C ;
- б) HNO_3 (конц.), 20°C ;
- в) Na , 20°C ;
- г) Br_2 , в темноте, 20°C ;
- д) Br_2 , освещение, 20°C ;
- е) KMnO_4 , H_2O , 20°C ;
- ж) HNO_3 (разб.) $t^\circ\text{C}$;
- з) O_2 ($100\text{--}160^\circ\text{C}$, кат.);
- и) HBr ;
- к) $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2$;
- л) I_2 .

Напишите эти реакции.

17. Какой процесс называется крекингом алканов? Какими превращениями сопровождается крекинг алканов?

Алкены

1. Покажите строение алкенов на примере молекулы пропилена. Изобразите схему образования σ - и π - связей в этой молекуле.

2. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- а) 2,3-диметилгексен-3;
- б) 3,4,4-триметилпентен-2;
- в) 2,2,3,4-тетраметилгептен-3;
- г) октадиен-1,4;
- д) 2,3-диметилбутадиен-1,3.

3. Какие соединения являются структурными изомерами:

- а) $\text{CH}_3\text{—CH=CH—CH}_3$
- б) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$
- в) $\text{CH}_2\text{=CH—CH}_2\text{—CH}_3$
- г) $\text{CH}_3\text{—CH=CH—CH}_2\text{—CH}_3$

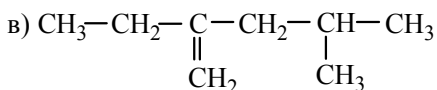
4. Объясните существование двух изомерных 2-бutenов. Какие соединения называются геометрическими изомерами?

5. Напишите формулы геометрических изомеров следующих углеводородов:

- а) $\text{CH}_3\text{—CH=CH—CH}_3$
- б) $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH=C—CH}_2\text{—CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$
- в) $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH—CH=CH—CH—CH}_3 \\ | \qquad \qquad | \\ \text{CH}_3 \qquad \qquad \text{CH}_3 \end{array}$
- г) $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—C=C—CH}_2\text{—CH}_3 \\ | \qquad | \\ \text{CH}_3 \text{CH}_3 \end{array}$

6. Напишите формулы дигалогенпроизводных, из которых при взаимодействии с цинком получают следующие углеводороды:

- а) $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH=C—CH}_2\text{—CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$
- б) $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{=C—CH—CH}_3 \\ | \qquad | \\ \text{CH}_3 \text{CH}_3 \end{array}$



7. При нагревании 3-бром-2-метилпентена со спиртовой щелочью получается непредельный углеводород. Напишите уравнение реакции и назовите полученный углеводород. Какой углеводород получится в этих же условиях из 3-хлорпентана и 2-бром-2-метилбутана?

8. Какие углеводороды получают при дегидратации:

- пропанола-1;
- бутанола-1;
- бутанола-2?

9. Из каких спиртов и галогеналканов можно получить 2-метилгексен-2? Приведите схемы реакций. Сформулируйте правило Зайцева.

10. Какие углеводороды получатся при действии цинка на следующие дигалогенпроизводные:

- 2,3-дибромпентан;
- 2,3-дибром-2-метилпентан?

11. Какими способами можно получить бутен-1?

12. Охарактеризуйте химические свойства алкенов. Назовите характерные реакции.

Дайте определение понятиям:

- гетеролитический разрыв π -связи;
- электрофил;
- карбокатион;
- реакция электрофильного присоединения;
- реакция радикального присоединения.

13. Напишите уравнения реакций гидробромирования следующих углеводородов:

- гексен-1;
- пентен-2;
- 2,4,4-триметилпентен-1.

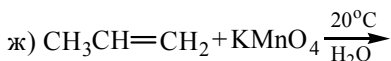
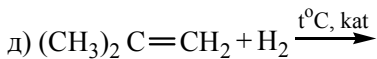
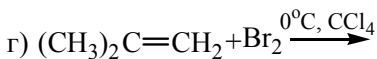
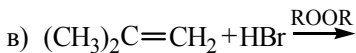
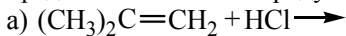
Объясните механизм реакции.

14. Напишите схему перехода от 3-метилпентена-1 к 3-метилпентену-2. Для последнего напишите реакцию с HCl.

15. Расположите в ряд этен, бутен-1, 2-метилпропен-1 в порядке возрастания легкости гидратации в водном растворе кислоты.

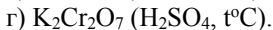
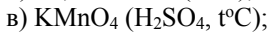
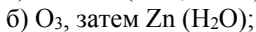
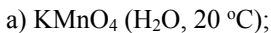
16. Какое соединение образуется при взаимодействии пропилена с HBr в присутствии пероксидов? Разберите механизм реакции.

17. Предскажите главные продукты реакций:



18. Какие соединения образуются при окислении каждого из изомеров бутилена избытком перманганата калия при нагревании?

19. Приведите схемы реакций окисления пентена-2 в следующих условиях:



Алкины

1. Какие орбитали участвуют в образовании ковалентных связей в молекулах:

- а) ацетилена;
- б) пропина-1?

2. Какие ковалентные связи имеются в молекулах:

- а) бутина-1;
- б) пентина-2?

3. Сравните подвижность атома водорода в алканах, алкенах и алкинах. Объясните разную подвижность водорода в этом ряду. Приведите примеры реакций.

4. Сравните строение молекул бутена-2 и бутина-2.

Как объяснить наличие геометрических изомеров в первом случае и отсутствие таковых во втором?

5. Расположите в порядке уменьшения кислотности соединения:

- а) пропин-1;
- б) серная кислота;
- в) пропан;
- г) аммиак;
- д) вода;
- е) бутен-1.

Объясните выбранный порядок.

6. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- а) 3-метилпентина-1;
- б) 3,4,4-триметилпентина-1;
- в) 2,2,5-триметилгексина-3;
- г) 3-метилгексен-1-ина-4;
- д) 3-метилгексадиина-1,5.

7. Какой алкин получится из 2,2-дибромбутана при действии избытка спиртового раствора щелочи?

8. Напишите схему реакции между 1,1-дибром-3-метилбутаном и избытком спиртового раствора щелочи.

9. Какой ацетиленовый углеводород может быть получен из 3,4-диметилпентена-1?

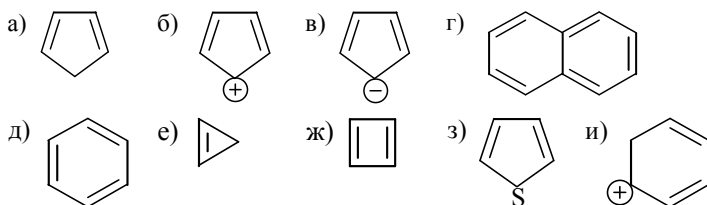
10. Используйте ацетилен для получения следующих углеводов:

- а) пропина;
- б) будина-1;
- в) 3-метилбутина-1.

11. Напишите уравнение реакции Кучерова для пентина-1.
12. Напишите уравнения реакций пропина с веществами:
- а) водород (катализатор);
 - б) бром;
 - в) металлический натрий;
 - г) вода (Hg^{2+} , H^+).
13. Как с помощью химических реакций можно отличить гексин-1 от гексина-2?
14. Напишите структурные формулы карбоновых кислот, образующихся при окислении хромовой смесью следующих изомерных алкинов:
- а) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—C}\equiv\text{CH}$
 - б) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—C}\equiv\text{C—CH}_2\text{—CH}_3$
15. Напишите следующие реакции:
- а) пропин + NaNH_2 (NH_3) \rightarrow ;
 - б) бутин-1 + CH_3MgBr (эфир) \rightarrow ;
 - в) ацетиленид натрия + $\text{C}_2\text{H}_5\text{I}$ \rightarrow ;
 - г) пентин-2 + KMnO_4 (H_2SO_4 , $t^\circ\text{C}$) \rightarrow ;
 - д) ацетилен + 2HBr \rightarrow .

Арены

1. Каковы современные представления о строении бензола? На каких физико-химических представлениях они базируются?
2. Какие свойства бензола отличают его от алкенов и алкинов?
3. Что такое энергия сопряжения? В чем физический смысл этой величины?
4. Охарактеризуйте особенности строения соединений, проявляющих ароматичность.
Сформулируйте правило Хюккеля.
5. Какие соединения являются ароматическими:



6. Какие соединения называют производными бензола? Сохраняется ли в производных бензола ароматичность?
7. Напишите структурные формулы следующих соединений:
 - а) о-ксилол;
 - б) изопропилбензол;
 - в) 1,2,3-триметилбензол;
 - г) п-этилстирол;
 - д) 4-пропил-2-этилтолуол.
8. Какие углеводороды могут образоваться при дегидрировании (ароматизации)
 - а) циклогексана;
 - б) н-гептана?
9. Какие углеводороды образуются при действии металлического натрия на смесь йодбензола и бромэтана?
10. Приведите общую схему механизма взаимодействия бензола с электрофильным реагентом (E^+). Назовите промежуточные комплексы. Какая стадия определяет скорость реакции?
11. Какие реагенты могут служить электрофилами в реакциях электрофильного замещения?

12. Какова классификация заместителей в бензольном кольце? С помощью индуктивных и мезомерных эффектов опишите взаимодействие заместителя с бензольным кольцом в следующих соединениях:

- а) анилин;
- б) фторбензол;
- в) бензойная кислота.

13. Укажите электронодонорные заместители:

- а) $-\text{SO}_3\text{H}$ б) $-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ в) $-\text{CCl}_3$ г) $-\text{COOH}$
- д) $-\text{NH}_2$ е) $-\text{OH}$ ж) $-\text{OCH}_3$ з) $-\text{Br}$

14. Укажите электроноакцепторные заместители:

- а) $-\text{F}$ б) $-\text{NO}_2$ в) $-(\text{NH}_3)^+$ г) $-\text{CF}_3$
- д) $-\text{CN}$ е) $-\text{Cl}$ ж) $-\text{CHO}$ з) $-\text{CH}_3$

15. Объясните, почему нитрование толуола протекает с большей скоростью, чем нитрование бензола, а продукт реакции представляет собой смесь *o*-, *m*-, *p*- нитротолуолов, в которой преобладают *o*- и *p*-изомеры.

16. Расположите приведенные ниже соединения в порядке увеличения реакционной способности в реакциях электрофильного замещения:

- а) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$;
- б) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$;
- в) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{F}$;
- г) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Br}$.

17. Образование каких продуктов следует ожидать при моносульфировании соединений:

- а) толуола;
- б) нитробензола;
- в) бензойной кислоты;
- г) бромбензола?

Какое соединение должно сульфироваться легче остальных?

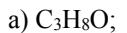
18. Расположите в ряд по увеличению реакционной способности при бромировании следующие соединения:

- а) бензол;
- б) фенол;
- в) бензальдегид;
- г) этилбензол.

19. Предскажите строение продуктов алкилирования бензола:
- а) бутен-2-олом-1 в присутствии фосфорной кислоты;
 - б) 2-метилбутеном-2 в присутствии серной кислоты;
 - в) неопентилхлоридом в присутствии хлористого алюминия.
20. Напишите реакции хлорирования толуола:
- а) хлором при освещении;
 - б) хлором в присутствии катализатора AlCl_3 .
- Укажите отличия механизмов реакций.
21. Напишите реакции толуола со следующими реагентами:
- а) 3H_2 (Ni , $200\text{ }^\circ\text{C}$, $980,7\text{ кПа}$);
 - б) KMnO_4 (H_2SO_4 , $t^\circ\text{C}$);
 - в) CH_3COCl (AlCl_3);
 - г) $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$ (AlCl_3).
22. Напишите реакции стирола с указанными реагентами:
- а) Br_2 (CCl_4);
 - б) Br_2 (FeBr_3);
 - в) HBr ;
 - г) KMnO_4 (H_2O , 0°C);
 - д) KMnO_4 (H_2SO_4 , $t^\circ\text{C}$).

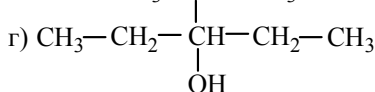
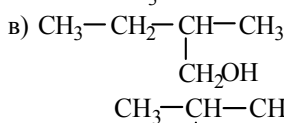
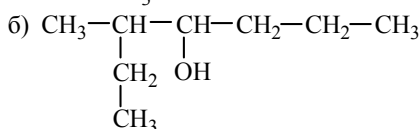
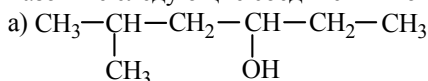
Спирты

1. Напишите структурные формулы всех изомерных спиртов состава:



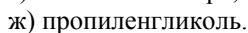
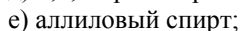
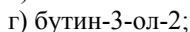
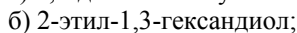
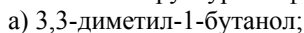
Отметьте первичные, вторичные и третичные спирты. Назовите их по радикалам, связанным с гидроксильной группой и номенклатуре ИЮПАК.

2. Назовите следующие соединения по номенклатуре ИЮПАК:



Укажите первичные, вторичные и третичные спирты.

3. Напишите структурные формулы соединений:



Среди названных спиртов укажите: предельные одноатомные, предельные двухатомные, предельные трехатомные, непредельные одноатомные.

4. Какой тип связи называют водородной связью? Какова её энергия? Как наличие водородной связи в спиртах отражается на их физических свойствах?

5. Сравните строение метана и метилового спирта и ответьте на следующие вопросы:

- а) Почему метан – газ, а метиловый спирт – жидкость?
- б) Почему метан практически не растворяется в воде, а метанол смешивается с водой практически в любом соотношении?

6. Расположите соединения в порядке убывания их кислотных свойств. Дайте объяснения.

- а) H_2O ;
- б) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—OH}$;
- в) $\text{CH}_3\text{—C}\equiv\text{CH}$;
- г) $\text{CH}_3\text{—COOH}$.

7. Получите гидратацией алкенов следующие спирты:

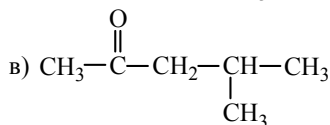
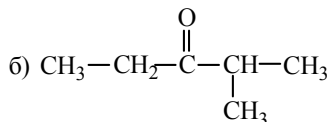
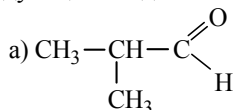
- а) 3,3-диметилбутанол-2;
- б) 2-метилпропанол-2;
- в) 3-метилгексанол-2.

8. Какие спирты образуются в результате щелочного гидролиза:

- а) 1-хлор-3-метилбутана;
- б) 4-бромбутена-1;
- в) 2,3-дибромбутана?

Назовите полученные соединения.

9. Какие одноатомные спирты получают при восстановлении следующих соединений:



10. Получите спирты реакцией Гриньяра, исходя из:

- а) формальдегида и бромистого этилмагния;
- б) уксусного альдегида и бромистого пропилмагния;
- в) бутанона-2 и бромистого метилмагния.

11. Напишите схемы реакций получения бутанола-2 из соединений:
- 2-хлорбутана;
 - n-бутана;
 - бутена-1;
 - бутанона-2;
 - бутина-2.
12. Приведите схемы реакций указанных спиртов с пропановой кислотой в присутствии серной кислоты:
- метилловый спирт;
 - пропиловый спирт;
 - изопропиловый спирт.
13. Какие соединения образуются при взаимодействии пропанола-1 с реагентами:
- SOCl_2 ;
 - PCl_5 ;
 - PBr_3 ;
 - HCl .
14. Приведите схемы реакций внутримолекулярной и межмолекулярной дегидратации этилового спирта в присутствии серной кислоты. Укажите условия. Назовите образующиеся соединения.
15. Напишите реакции пропилового спирта с указанными соединениями:
- Na ;
 - CH_3MgI ;
 - HCl (г), 0°C ;
 - NH_3 (Al_2O_3), t 300°C .
- Назовите продукты. Укажите, в каких реакциях спирт проявляет кислотные свойства.
16. Напишите схемы реакций окисления бутанола-1 и бутанола-2.
17. С какими из соединений будет реагировать этанол:
- K ;
 - Na ;
 - NaOH (H_2O);
 - NaOH (в спирте при нагревании);
 - HBr ;
 - PBr_3 ?

Фенолы

1. Приведите структурные формулы соединений:

- а) фенол;
- б) о-крезол;
- в) гидрохинон;
- г) пирокатехин;
- д) резорцин;
- е) флороглюцин;
- ж) бензиловый спирт.

Укажите одноатомные, двухатомные и трехатомные фенолы.

2. Напишите структурные формулы соединений:

- а) м-хлорфенол;
- б) 2,4-динитрофенол;
- в) 2,4,6-трибромфенол;
- г) 2,4-фенолдисульфокислота;
- д) п-гидроксibenзиловый спирт.

3. Рассмотрите строение молекулы фенола. С помощью электронных эффектов опишите взаимное влияние бензольного кольца и гидроксильной группы. Объясните более сильные кислотные свойства фенола по сравнению с этанолом.

4. Каково влияние электронодонорных и электроноакцепторных заместителей в бензольном кольце на кислотные свойства фенолов?

Расположите фенолы в порядке возрастания их кислотности:

- а) фенол;
- б) п-нитрофенол;
- в) п-крезол;
- г) п-хлорфенол;
- д) п-метоксифенол;
- е) 3,4-динитрофенол.

5. Расположите вещества в порядке уменьшения кислотности:

- а) серная кислота, фенол, вода;
- б) фенол, бензиловый спирт, бензойная кислота;
- в) фенол, метанол, вода, уксусная кислота.

6. Напишите реакции, лежащие в основе технических методов получения фенолов:

- а) из хлорбензола; б) из кумола (изопропилбензола).

Укажите условия. В чем преимущество кумольного метода?

7. Дайте общую характеристику химических свойств класса фенолов. На примере фенола приведите наиболее типичные реакции гидроксильной группы и ароматического кольца.

8. Напишите реакции п-крезола с реагентами:

а) NaOH (H₂O);

в) Br₂ (H₂O);

б) (CH₃CO)₂O;

г) FeCl₃ (H₂O).

Какая из этих реакций является качественной для обнаружения фенольного гидроксила?

9. Какие из соединений будет давать цветную реакцию при действии водного раствора FeCl₃:

а) фенол;

б) анизол (метоксибензол);

в) салициловая кислота (о-гидроксибензойная);

г) бензиловый спирт;

д) о-крезол?

10. При помощи каких реагентов можно осуществить О-ацилирование фенола?

11. Сравните химические свойства фенола и бензилового спирта. Как относятся эти соединения к действию реагентов:

а) Na;

б) NaOH (H₂O);

в) CH₃COOH (H₂SO₄);

г) PCl₅?

Приведите схемы протекающих реакций.

12. Какое соединение образуется при гидрировании фенола в присутствии никелевого катализатора? Сравните химические свойства фенола и продукта его гидрирования. Приведите реакции, с помощью которых можно различить эти соединения.

13. Сравните отношение к действию окислителей следующих соединений:

а) бензол;

б) толуол;

в) бензилового спирт;

г) фенол.

14. Сравните реакционную способность бензола и фенола в реакциях электрофильного замещения.

Рассмотрите реакции нитрования и бромирования. Действием каких реагентов и в каких условиях осуществляются эти реакции?

Альдегиды и кетоны

1. Какие типы органических веществ относятся к карбонильным соединениям?
2. Напишите структурные формулы альдегидов и кетонов с общей формулой C_4H_8O .
3. Напишите структурные формулы следующих соединений:
 - а) масляный альдегид;
 - б) ацетон;
 - в) изомасляный альдегид;
 - г) метилэтилкетон;
 - д) пропилизопропилкетон.

Назовите их по номенклатуре ИЮПАК.

4. Какие окосоединения получатся при окислении следующих соединений:
 - а) бутанол-1;
 - б) бутанол-2;
 - в) 2-метилбутанол-1;
 - г) пентадиол-2,4.
5. Напишите реакции гидролиза дигалогенпроизводных:
 - а) 1,1-дибром-3-метилпентан;
 - б) 3,3-дибром-2-метилпентан.

Назовите полученные соединения.

6. Напишите реакции гидролиза следующих веществ и назовите полученные соединения:
 - а) 1,1-дихлор-2,4-диметилпентан;
 - б) 2,2-дихлор-3-метилгексан;
 - в) 1,1,4-трибромбутан;
 - г) 2,2,5,5-тетрахлоргексан.
7. Какое соединение получится при сухой перегонке ацетата кальция?
8. Охарактеризуйте в общем виде химические свойства насыщенных альдегидов и кетонов. Какой тип реакций наиболее характерен? С какими реагентами протекают реакции по карбонильной группе?
9. От чего зависит способность карбонильного углерода к присоединению нуклеофильных агентов?
10. Расположите в ряд по увеличению реакционной способности в реакциях нуклеофильного присоединения: формальдегид, уксусный альдегид, ацетон.

Карбоновые кислоты

1. Какие органические соединения относятся к карбоновым кислотам?
2. Классифицируйте кислоты по углеводородному остатку и количеству карбоксильных групп.
3. Напишите структурные формулы следующих кислот:
 - а) пропионовая;
 - б) изомасляная;
 - в) стеариновая;
 - г) масляная;
 - д) триметилуксусная;
 - е) олеиновая.

Назовите их по номенклатуре ИЮПАК. Какие из перечисленных кислот являются непредельными кислотами?

4. Напишите структурные формулы дикарбоновых кислот:
 - а) щавелевая кислота;
 - б) глутаровая кислота;
 - в) малоновая кислота;
 - г) адипиновая кислота.
5. Какое строение имеют следующие кислоты:
 - а) акриловая;
 - б) кротоновая;
 - в) винилуксусная;
 - г) янтарная?

Назовите их по номенклатуре ИЮПАК. Для какой кислоты возможно существование геометрических изомеров?

6. Напишите структурные формулы следующих производных карбоновых кислот:
 - а) изовалерианат кальция;
 - б) метилпальмитат;
 - в) хлористый бутирил;
 - г) этилформиат;
 - д) формамид;
 - е) пропионовый ангидрид;
 - ж) бромангидрид валериановой кислоты;
 - з) пропионитрил.
7. Назовите кислоты, получающиеся при окислении веществ:
 - а) n-гексилового спирта;
 - б) изобутилового спирта;
 - в) 3-метилбутанала;
 - г) 2-хлорпентанала.

8. Какие вещества получаются при гидролизе следующих соединений:
- этилформиат;
 - изоамилацетат;
 - пропионитрил.
9. С помощью каких реагентов и в каких условиях можно осуществить следующую цепь превращений:
- $$\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CN} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$$
10. Какие двухосновные кислоты получаются при окислении следующих соединений:
- пропандиол-1,3;
 - бутандиол-1,4;
 - циклогексанон?
11. Гидролизом соответствующих динитрилов получите щавелевую и янтарную кислоты.
12. Напишите схемы гидролиза следующих производных масляной кислоты:
- хлорангидрида;
 - ангидрида;
 - сложного эфира;
 - амида.
13. Объясните, почему:
- уксусная кислота кипит при более высокой температуре, чем этиловый спирт (Т кип. 118° и 78°С соответственно);
 - низшие кислоты хорошо растворимы в воде;
 - температура плавления щавелевой кислоты существенно выше, чем у уксусной кислоты (Т кип. 189° и 78°С соответственно).
14. Объясните изменение кислотности в приведенных ниже рядах:
- $\text{HCOOH} > \text{CH}_3\text{COOH} > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$;
 - $\text{CH}_3\text{COOH} < \text{ClCH}_2\text{COOH} < \text{Cl}_3\text{CH}_2\text{COOH}$;
 - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} < \text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{COOH} < \text{CH}_3\text{CHBrCOOH}$;
 - $\text{CH}_3\text{COOH} < \text{ClCH}_2\text{COOH} < \text{O}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$.
15. Какая кислота в каждой паре будет более сильная и почему:
- муравьиная и уксусная;
 - уксусная и триметилаксусная;
 - 2-хлорпропановая и 3-хлорпропановая;
 - пропионовая и акриловая;
 - муравьиная и щавелевая?

16. Напишите уравнения реакций пропионовой кислоты с указанными реагентами:

- а) Zn;
- б) NaOH;
- в) NaHCO₃;
- г) Ca(OH)₂.

Какое свойство пропановой кислоты проявляется в этих реакциях? Какая из этих реакций является качественной на карбоксильную группу?

17. Напишите реакцию этерификации пропановой кислоты метанолом в присутствии серной кислоты. Объясните следующие факты:

- а) использование меченного метанола CH₃¹⁸OH приводит к эфиру, содержащему изотоп кислорода;
- б) добавление воды уменьшает выход эфира.

18. Какие вещества получаются при взаимодействии масляной кислоты со следующими реагентами:

- а) аммиак (на холоде и при нагревании);
- б) пятихлористый фосфор;
- в) хлор (фотохимически)?

19. Какие насыщенные и ненасыщенные кислоты входят в состав жиров? Напишите структурные формулы глицеридов стеариновой и олеиновой кислот.

20. Из уксусной кислоты получите трихлоруксусную кислоту. Сравните их кислотность.

21. Какие свойства отличают муравьиную кислоту от других органических кислот?

22. Что происходит при нагревании следующих двухосновных кислот:

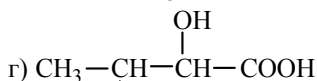
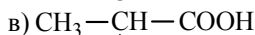
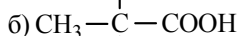
- а) щавелевая;
- б) янтарная;
- в) метилмалоновая;
- г) малоновая;
- д) адипиновая.

Гидроксикарбоновые кислоты

1. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- а) α -оксимасляная кислота;
- б) β -хлормолочная кислота;
- в) β -оксипропионовая кислота;
- г) оксиянтарная (яблочная кислота).

2. Назовите следующие соединения по номенклатуре ИЮПАК:



3. Напишите структурные формулы функциональных производных кислот:

- а) этиловый эфир гидроксиуксусной кислоты;
- б) амид 2-гидроксипропановой кислоты;
- в) бромангидрид 3-гидроксипропановой кислоты;
- г) ангидрид гидроксиуксусной кислоты.

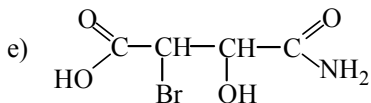
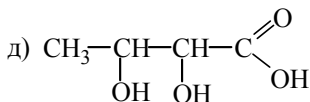
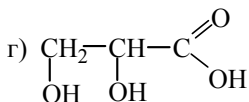
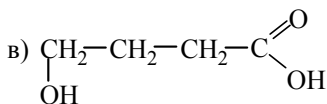
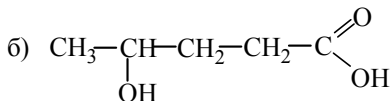
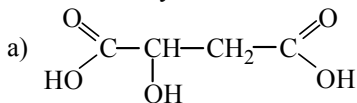
4. Рассмотрите влияние заместителей на карбоксильную группу в указанных соединениях и объясните изменение их кислотных свойств:

- а) HOCH_2COOH ($pK_a=3,83$);
- б) ClCH_2COOH ($pK_a=2,87$);
- в) $\text{NO}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ($pK_a=2,26$).

Будут ли эти кислоты сильнее уксусной кислоты?

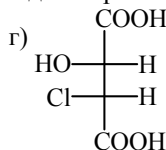
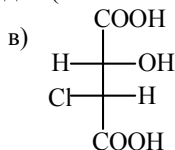
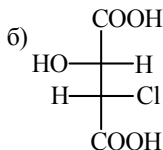
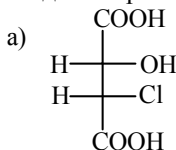
5. Для гидроксикарбоновых кислот состава $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_3$ напишите структурные формулы, укажите в формулах хиральные атомы углерода. Гидроксикислоты назовите по номенклатуре ИЮПАК.

6. Какие из следующих соединений оптически активны:



Сколько оптически активных форм возможно для выбранных оптически активных соединений?

7. Среди соединений, изображенных проекционными формулами, найдите пары оптических антиподов (энантиомеров) и диастереомеров:



8. Напишите проекционные формулы оптических изомеров для 2,3-дигидроксибутановой кислоты. Укажите оптически недеятельные формы и объясните, почему они оптически не деятельны. Какое из соединений является виноградной кислотой?

9. Напишите проекционные формулы D- и L-глицериновой кислоты.

10. Напишите схемы получения молочной кислоты всеми известными вам способами.

Углеводы

1. Дайте определение следующим терминам:

- | | |
|------------------|------------------|
| а) углеводы; | д) альдозы; |
| б) моносахариды; | е) кетозы; |
| в) дисахариды; | ж) альдогексозы; |
| г) полисахариды; | з) кетопентозы |

Проиллюстрируйте эти термины примерами конкретных соединений.

2. Выберите дисахариды и полисахариды среди углеводов:

- | | |
|--------------|---------------|
| а) манноза; | ж) крахмал; |
| б) мальтоза; | з) сахароза; |
| в) фруктоза; | и) клетчатка; |
| г) инулин; | к) галактоза. |
| д) лактоза; | |

Из каких остатков моноз они состоят?

3. Сколько пар энантиомеров возможно для:

- альдогексоз;
- 2-кетопентоз?

4. Напишите структурные формулы триоз. Назовите их. Укажите соединения с хиральным атомом углерода. Приведите для него проекционные формулы энантиомеров. Отнесите их к D- и L- рядам.

5. Напишите формулы рибозы и дезоксирибозы.

6. На примере гексоз покажите, какие соединения называют аномерами, эпимерами, энантиомерами, диастереомерами, α -; β -; D-; L- изомерами?

7. Сколько хиральных центров содержится в D- фруктозе? Сколько может быть стереомерных 2-кетогексоз? Нарисуйте их проекции.

8. Напишите фуранозные и пиранозные циклические формулы D- глюкозы. Какой атом углерода называют аномерным? Что такое α - и β - аномеры?

9. Каким образом осуществляется переход от проекций Фишера к формулам Хеурса и кресловидной конформации глюкозы, маннозы, галактозы?

10. Что такое мутаротация, когда она наблюдается?

11. Напишите проекционные формулы Фишера для:

- D-маннозы;
- D-галактозы;
- D-рибозы.

12. Напишите реакции глюкозы со следующими соединениями:

- а) Br_2 (H_2O);
- б) HNO_3 ;
- в) $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH}$;
- г) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NHNH}_2$;
- д) $(\text{CH}_3\text{CO})\text{O}$;
- е) CH_3OH (HCl).

В какой форме реагирует глюкоза в каждой реакции?

13. Что такое гликозидная связь? Какое строение имеет сахароза? Почему она относится к невосстанавливающим сахарам? Напишите схему гидролиза сахарозы. Почему продукт гидролиза называется инвертным сахаром?

14. Приведите примеры восстанавливающих дисахаридов. Напишите схемы гидролиза этих углеводов.

15. Какой полисахарид называют крахмалом? Какой дисахарид и моносахарид являются продуктами его гидролиза? Какое строение имеют полимерные цепи крахмала?

16. Какой полисахарид называют клетчаткой (целлюлозой)? Приведите строение участка молекулы целлюлозы. В чем состоит отличие этого полисахарида от крахмала?

17. Гликоген. Опишите отличия в строении молекулы гликогена от строения молекул компонентов крахмала.

Амины

1. Какие соединения называют аминами?
2. Дайте определение первичных, вторичных, третичных аминов и четвертичных аммониевых оснований.
3. Напишите структурные формулы соединений:
 - а) пропиламина;
 - б) диэтиламина;
 - в) метилэтиламина;
 - г) триметиламина;
 - д) метилизопропиламина;
 - е) диметилэтиламина.

Укажите, какие из них являются первичными, вторичными, третичными. Отметьте структурные изомеры.

4. Напишите структурные формулы соединений:
 - а) 2-пентанамина;
 - б) 3-метил-2-бутанамина;
 - в) анилина;
 - г) дифениламина;
 - д) N,N-диметиланилина;
 - е) бензиламина.

Отметьте первичные, вторичные и третичные амины. Какие из этих аминов являются чисто ароматическими, жирноароматическими, алифатическими аминами?

5. Почему фуран и пиррол (но не тиофен) для проведения реакций электрофильного замещения требуют использования специальных модифицированных электрофильных реагентов (ацетилнитрат, пиридинсульфотриоксид и т.д.)?
6. У какого соединения: фурана, пиррола или тиофена более выражены свойства диена с сопряженными связями?
7. Расположите приведенные ниже аммиак и амины в порядке возрастания их основности:
 - а) NH_3 ;
 - б) $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$;
 - в) CH_3NH_2 ;
 - г) $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}$.
8. Почему анилин более слабое основание, чем циклогексиламин?
9. Объясните следующие факты:
 - а) анилин обладает более слабыми основными свойствами, чем метиламин;
 - б) дифениламин – более слабое основание чем анилин;
 - в) трифениламин основными свойствами практически не обладает.

10. Какое влияние оказывают на проявление основных свойств ароматических аминов электронодонорные и электроноакцепторные заместители?

11. Расположите в порядке возрастания основности соединения:

- а) анилин;
- б) *p*-хлоранилин;
- в) *p*-нитроанилин;
- г) *p*-толуидин;
- д) бензиламин.

12. Напишите схемы реакций получения 1-бутанамина, исходя из следующих соединений:

- а) 1-бромбутана;
- б) бутанола-1;
- в) 1-нитробутана;
- г) пропаннитрила.

13. Какие соединения получатся при взаимодействии аммиака с этилбромидом?

14. Восстановлением нитросоединений получены *p*-толуидин и *m*-нитроанилин. Назовите исходные вещества.

15. Какие продукты образуются в результате взаимодействия первичных алкиламинов с азотистой кислотой в водном растворе соляной кислоты?

16. Какие продукты образуются в результате взаимодействия вторичных алкиламинов с азотистой кислотой?

17. Напишите реакции аминов с кислотами с образованием солей:

- а) бромида метиламмония;
- б) хлорида триэтиламмония;
- в) иодида изопропиламмония.

Какие свойства проявляют амины в этих реакциях?

18. При нагревании пропиламина с избытком йодистого метила образуется соль четвертичного аммониевого основания. Превратите полученную соль в четвертичное аммониевое основание.

19. Напишите реакции анилина со следующими веществами:

- а) бромная вода;
- б) серная кислота (на холоде и при нагревании);
- в) пропионовый ангидрид;
- г) бромэтан.

20. Исходя из анилина, синтезируйте белый стрептоцид (*n*-аминобензолсульфамид).

Аминокислоты. Белки.

1. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- 2-аминобутановая кислота;
- 3-амино-2-метилбутановая кислота;
- этиловый эфир 3-амино-3-метилбутановой кислоты;
- 2-аминобутанамид;
- 3-аминобутаноил хлорид.

2. Напишите структурные формулы следующих соединений:

- глицин;
- аланин;
- валин;
- лейцин.

Назовите их по номенклатуре ИЮПАК. Укажите хиральные атомы углерода в этих кислотах. К какому стереохимическому ряду L или D относятся природные аминокислоты?

3. Приведите по одному примеру аминокислот: диаминокарбоновой и моноаминокарбоновой. Назовите их по номенклатуре ИЮПАК.

4. Представьте глицин и аланин в виде внутренних солей.

5. Почему аминокислоты имеют более высокую температуру плавления, чем их этиловые эфиры?

6. Действием аммиака на галогензамещенные кислоты получите следующие аминокислоты:

- 2-аминопропановую;
- 3-аминопропановую.

7. Напишите реакцию изомасляной кислоты с бромом и реакцию полученного соединения с избытком аммиака. Назовите продукты этих реакций.

8. Для α -аминомасляной кислоты напишите реакции:

- алкилирования;
- ацилирования;
- этерификации.

9. Какие соединения образует α -аминопропионовая кислота при действии:

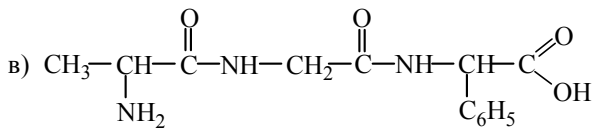
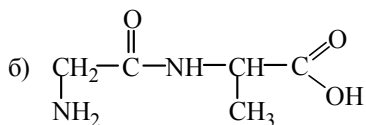
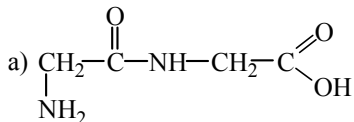
- NaOH водн.;
- HCl;
- PCl₅ (эфир, t°C);
- NaNO₂, HCl (0°C).

Напишите схемы реакций.

10. Какие соединения получаются при нагревании α -, β -, γ -аминовалериановых кислот?

11. Напишите структурные формулы ди- и трипептидов, которые могут образоваться при поликонденсации аминокислоты. Дайте определение пептидной связи. Объясните, почему её длина (0,132 нм) меньше длины связи C-N в аминах (0,147 нм).

12. Из остатков каких аминокислот состоят следующие пептиды:



13. Укажите методы, которые применяются для определения последовательности аминокислотных остатков в пептиде.

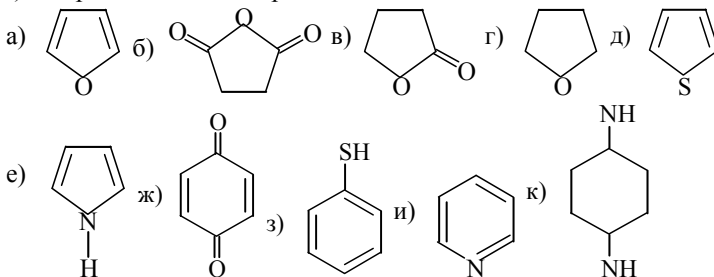
14. Какие аминокислоты можно получить при полном гидролизе трипептида глицилвалилфенилаланина? Образование какого дипептида можно ожидать при частичном гидролизе этого трипептида?

15. Какие соединения называются белками? Что понимают под первичной, вторичной, третичной и четвертичной структурами белка? Как определяется первичная структура белка?

16. Укажите качественные реакции на белок.

Гетероциклы и нуклеиновые кислоты

1. Какие органические соединения относятся к гетероциклическим?
2. Укажите какие из приведенных ниже соединений относятся к
 - 1) гетероциклическим соединениям;
 - 2) гетероциклическим ароматическим соединениям:



3. Сравните электронное строение пятичленных гетероциклов: фурана, пиррола, тиофена. Поясните, почему они обладают свойствами ароматических соединений? Укажите направление дипольных моментов в этих соединениях.
4. Почему фуран и пиррол (но не тиофен) для проведения реакций электрофильного замещения требуют использования специальных модифицированных электрофильных реагентов (ацетилнитрат, пиридинсульфотриоксид и т.д.)?
5. У какого соединения: фурана, пиррола или тиофена более выражены свойства диена с сопряженными связями?
6. Напишите реакции:
 - а) бромирования пиррола;
 - б) алкилирования фурана;
 - в) ацилирования тиофена;
 - г) бромирования 2-фуранкарбоновой кислоты (пироглиевой).
7. Напишите реакции полного гидрирования фурана, пиррола и тиофена. Назовите полученные соединения. Сравните отношение к действию кислот фурана, пиррола и продуктов полного гидрирования этих соединений. Почему фуран и пиррол проявляют ацидофобность?
8. Рассмотрите строение молекулы пиридина. Каков тип гибридизации атомов углерода и азота? Опишите распределение π -электронной плотности в молекуле пиридина.
9. Объясните, почему пиридин является основанием, а пиррол практически не обладает такими свойствами?

10. Расположите в порядке уменьшения основности следующие соединения:

а) пиридин; б) пиррол; в) метиламин.

11. Напишите реакции пиридина со следующими соединениями:

а) соляной кислотой;
б) серной кислотой на холоду;
в) йодистым метилом.

Назовите полученные соединения.

12. Объясните малую активность пиридина в реакциях электрофильного замещения по сравнению с бензолом. Напишите следующие реакции пиридина:

а) бромирования;
б) сульфирования;
в) нитрования.

В каких условиях протекает каждая реакция? В какое положение вступают замещающие группы?

13. Расположите в порядке возрастания реакционной способности в условиях электрофильного замещения:

а) бензол; б) тиофен; в) пиридин.

14. Какие гетероциклические соединения входят в состав нуклеиновых кислот?

15. Что называется нуклеотидом?

16. Что называется нуклеозидом?

17. Какие соединения являются обязательными компонентами РНК:

а) рибоза;
б) дезоксирибоза;
в) азотистые основания;
г) аминокислоты;
д) фосфорная кислота?

18. Назовите продукты полного гидролиза ДНК.

19. В каких из перечисленных соединений есть гликозидная связь:

а) полисахариды;
б) белки;
в) РНК;
г) ДНК?

Литература

Основная литература

1. Тюкавкина Н.А. и др. Органическая химия. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. 640 с.
2. Юровская М.А., Куркин А.В. Основы органической химии. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. 236 с.
3. Иванов В.Г., Горленко В.А., Гева О.Н. Органическая химия. М.: Академия, 2012. 560 с.
4. Белобородов В.Л., Зурабян С.Э., Лузин А.П., Тюкавкина Н.А. Органическая химия. Основной курс. – М.: Дрофа, 2008. 640 с.
5. Артеменко А.И. Органическая химия. М.: Высшая школа, 2003. 605 с.

Дополнительная литература

1. Белобородов В.Л., Зурабян С.Э., Лузин А.П., Тюкавкина Н.А. Органическая химия. Специальный курс. – М.: Дрофа, 2009. 608 с.
2. Нейланд О. Я. Органическая химия. М.: Высшая школа, 1990. 751 с.
3. Тейлор Г. Основы органической химии. М.: Мир, 1989. 384 с.
4. Степаненко Б.Н. Курс органической химии. В 3-х томах. – М.: Высшая школа, 1976-1981.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Программа ChemSketch.
Структуры органических соединений.
2. <http://orgchem.tsu.ru/>
Учебно-методические материалы по курсу «Органическая химия».
3. <http://accent.tsu.ru/>
Система тестового контроля.

Издание подготовлено в авторской редакции
Отпечатано на участке цифровой печати
Издательского Дома Томского государственного университета
Заказ № 1067 от «27» мая 2015 г. Тираж 150 экз.