

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ СТУДЕНТАМИ
ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ**

Дисциплина Б1.О.14 Органическая химия и основы биохимии
индекс и наименование дисциплины (на русском и иностранном языке при реализации
на иностранном языке) в соответствии с ФГОС ВО и учебным планом

Направление подготовки/специальность 19.03.04 Технология продукции и орга-
низация общественного питания
код и наименование направления подготовки/специальности

Направленность (профиль) _____
код и наименование направленности (профиля)

форма обучения заочная

год набора 2021

Красноярск 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Общие требования к контрольной работе	6
2. Программа и контрольные вопросы	11
Раздел 1. Теоретические положения и общие вопросы органической химии	11
Раздел 2. Углеводы	13
Раздел 3. Функциональные производные углеводов	20
Раздел 4. Основы биохимии	30
3. Варианты контрольных работ	38
4. Список рекомендуемой литературы	39

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Органическая химия и основы биохимии» играет ведущую роль в развитии традиционных и создании новых отраслей науки и техники, получении органических веществ из природных объектов или путем синтеза, рациональном использовании природных богатств, охране окружающей среды, обеспечения человечества продуктами питания, развития здравоохранения. Она является базовой в цикле естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин и служит теоретическим фундаментом современной технологии получения продуктов питания.

Основная цель изучения дисциплины – сформировать представления об основных группах органических соединений, общих законах их превращений, свойствах, установлении их структуры и путях использования, приобретение необходимого уровня практических навыков для успешного освоения последующих дисциплин и использования в будущей профессиональной деятельности.

Задачи данного курса - дать студентам необходимые знания об основных группах органических соединений, возможностях их синтеза, превращений и установления структуры органических веществ, о механизме реакций, об общих законах превращения органических соединений, их свойствах и путях использования,

- сформировать совокупность знаний об основных закономерностях, связывающих протекание химических процессов с наблюдаемыми биологическими явлениями,

- сформировать понимание природных явлений, процессов, происходящих в технологии переработки и создании различных видов пищевых продуктов, а также в процессе их хранения, транспортировки.

- научить будущих технологов использовать полученные знания в практической деятельности.

Знания по дисциплине базируются на принципах материалистической методологии, на знаниях по общей химии (в рамках государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования).

Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, необходимым для изучения дисциплины «Органическая химия и основы биохимии»:

- студент должен *знать/понимать*:
- роль химии в естествознании, ее связь с другими естественными науками, значение в жизни современного общества;
 - важнейшие химические понятия: вещество, химический элемент, атом, молекула, ион, радикал, атомные *s*-, *p*-, *d*-орбитали, химическая связь, электроотрицательность, валентность, степень окисления, гибридизация орбиталей, пространственное строение молекул, моль, кислотно-основные реакции в водных растворах, гидролиз, окисление и восстановление, скорость химической реакции, механизм реакции, катализ, тепловой эффект реакции, энтальпия, теплота образования, энтропия, химическое равновесие, константа равновесия, угле-

родный скелет, функциональная группа, гомология, структурная и пространственная изомерия, индуктивный и мезомерный эффекты, электрофил, нуклеофил, основные типы реакций в неорганической и органической химии;

- основные законы химии: закон сохранения массы веществ, периодический закон, закон постоянства состава, закон Авогадро, закон Гесса, закон действующих масс в кинетике и термодинамике;
- основные теории химии: строения атома, химической связи, электролитической диссоциации, кислот и оснований, строения органических соединений (включая стереохимию), химическую кинетику и химическую термодинамику;
- классификацию и номенклатуру неорганических и органических соединений;
- природные источники углеводородов и способы их переработки;
- вещества и материалы, широко используемые в практике: основные металлы и сплавы, графит, кварц, стекло, цемент, минеральные удобрения, минеральные и органические кислоты, щелочи, аммиак, углеводороды, фенол, анилин, метанол, этанол, этиленгликоль, глицерин, формальдегид, ацетальдегид, ацетон, глюкоза, сахароза, крахмал, клетчатка, аминокислоты, белки, искусственные волокна, каучуки, пластмассы, жиры, мыла и моющие средства;

- *уметь:*

- называть изученные вещества по «тривиальной» и международной номенклатурам;
- определять: валентность и степень окисления химических элементов, заряд иона, тип химической связи, пространственное строение молекул, тип кристаллической решетки, характер среды в водных растворах, окислитель и восстановитель, направление смещения равновесия под влиянием различных факторов, изомеры и гомологи, принадлежность веществ к различным классам органических соединений, характер взаимного влияния атомов в молекулах, типы реакций в неорганической и органической химии;
- характеризовать: *s*- , *p*- и *d*-элементы по их положению в периодической системе Д.И.Менделеева; общие химические свойства металлов, неметаллов, основных классов неорганических соединений; строение и свойства органических соединений (углеводородов, спиртов, фенолов, альдегидов и кетонов, карбоновых кислот, аминов, аминокислот и углеводов);
- объяснять: зависимость свойств химического элемента и образованных им веществ от положения в периодической системе Д.И. Менделеева; зависимость свойств неорганических веществ от их состава и строения; природу и способы образования химической связи; зависимость скорости химической реакции от различных факторов, реакционной способности органических соединений от строения их молекул;
- выполнять химический эксперимент по: распознаванию важнейших неорганических и органических веществ; получению конкретных веществ, относящихся к изученным классам соединений;
- проводить расчеты по химическим формулам и уравнениям реакций;
- осуществлять самостоятельный поиск химической информации с использованием различных источников (справочных, научных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, ресурсов Интернета); использовать компью-

терные технологии для обработки и передачи информации и ее представления в различных формах;

- использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для:

- понимания глобальных проблем, стоящих перед человечеством: экологических, энергетических и сырьевых;
- объяснения химических явлений, происходящих в природе, быту и на производстве;
- экологически грамотного поведения в окружающей среде;
- оценки влияния химического загрязнения окружающей среды на организм человека и другие живые организмы;
- безопасной работы с веществами в лаборатории, быту и на производстве;
- определения возможности протекания химических превращений в различных условиях и оценки их последствий;
- распознавания и идентификации важнейших веществ и материалов;
- оценки качества питьевой воды и отдельных пищевых продуктов;
- критической оценки достоверности химической информации, поступающей из различных источников.

На основе полученных знаний этого курса строится изучение других инженерно-технологических дисциплин: базовых дисциплин (общепрофессиональная часть) профессионального цикла – биохимия, физиология питания, а также дисциплин вариативной части естественнонаучного и профессионального цикла – химия пищевых продуктов, основы рационального питания.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

общепрофессиональные компетенции (ОПК)		
ОПК-2. Способен применять основные законы и методы исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности	ОПК ₂ -2.2. Применяет основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, а также экспертизы качества сырья и готовой продукции	<i>Знать:</i> химические процессы, происходящие в сырье и полуфабрикатах на всех стадиях производства пищевой продукции с точки зрения ее химического состава
		<i>Уметь:</i> оценивать влияние различных физико-химических факторов на ход и результаты технологического процесса
		<i>Владеть:</i> методами качественного анализа химического состава используемого сырья, полуфабрикатов и готовой продукции

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Контрольная работа представляет собой ответы на предложенные вопросы. Вопросы для контрольных работ приводятся вместе с программой курса.

К написанию контрольной работы надо приступать после полного изучения курса по учебнику в соответствии с программой и методическими указаниями.

При написании работы студент должен придерживаться следующих правил:

1. Писать четким почерком, без помарок и тщательно проверить содержание, орфографию и стиль.
2. Пронумеровать страницы, оставить на них поля, интервал между строчками делать не менее одной клетки.
3. Не превышать общий объем (24 страницы ученической тетради).
4. Контрольную работу *подписать*, указать дату ее выполнения, а в конце работы привести список использованной литературы с указанием фамилии автора и его инициалов, полного названия учебника, места издания, названия издательства, года издания (см. учебно-методическую литературу).

Требования к оформлению ответа на вопросы задания:

1. Контрольную работу (на обложке тонкой тетради указывают шифр: серию и номер зачетной книжки; факультет, курс, группу, наименование дисциплины; фамилию, имя, отчество; номера заданий) сдают в срок, предусмотренный учебным графиком (до начала учебной сессии). Условия задач приводят обязательно.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский федеральный университет»

Институт торговли и сферы услуг
Кафедра технологии и организации общественного питания

Контрольная работа по курсу «Органическая химия и основы биохимии»

№№ выполненных заданий _____

Выполнил:
Студент группы _____

(фамилия, имя, отчество полностью)

Проверил _____

(ФИО преподавателя)

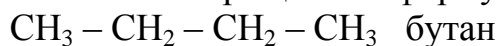
Красноярск, _____

2. Ответы писать кратко, подтверждая их соответствующими реакциями или формулами. Уравнения реакций следует приводить с небольшими пояснения-

ми. Для всех реакций следует указывать условия их протекания (температура, давление, катализатор, растворитель и т.д.).

3. На каждой странице следует оставлять поля не менее четверти страницы для соответствующих замечаний рецензента.

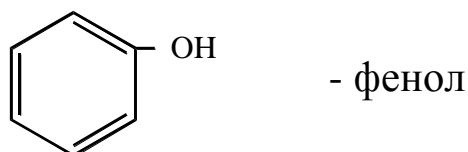
4. Формулы нужно писать четко. Органические соединения недопустимо изображать эмпирическими формулами, например, C_2H_6O , т.к. данная формула может быть отнесена и к этиловому спирту C_2H_5OH и к диметиловому эфиру CH_3-O-CH_3 . Следует использовать сокращенные формулы, например:



Изображаемая формула органического соединения, кроме указания на его состав должна давать понятие о том, к какому классу органических соединений оно принадлежит. Под формулами всех органических соединений необходимо писать их названия по международной номенклатуре, а для простых веществ (уксусная кислота, ацетон) можно писать тривиальные названия.

5. В ответах на вопросы по теме “Углеводы” следует пользоваться перспективными пиранозными или фуранозными формулами сахаров (формулами Хеурса), показывая пространственное расположение оксигрупп у всех углеродных звеньев.

6. Структурные формулы ароматических соединений необходимо писать в виде циклов, например, формулу толуола или фенола нельзя писать сокращенно $C_6H_5CH_3$ или C_6H_5OH , их следует изображать так:



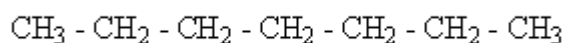
7. Недопустим перенос структурных формул с одной строки на другую.

8. Следует избегать непринятых сокращений, например: “ур-е” вместо “уравнение”, “р-ция” вместо “реакция” и т.д. Нужно писать основные понятия и слова полностью. Недопустимо сочетание в тексте русских слов с химическими знаками, например, “хлористый Na”, “высокая t^O ” и т.д. Разрешается только сочетание однозначных выражений, например, “хлористый натрий” или $NaCl$, “высокая температура” или $t=60^O$.

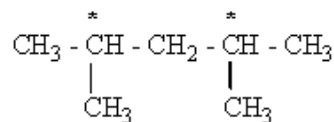
Ниже приводятся примеры решения и оформления нескольких типовых задач.

Задача 1. Напишите структурные формулы изомеров гептана: а) не содержащих третичных атомов углерода; б) содержащих два третичных атома углерода; в) содержащих один вторичный атом углерода. Назовите их.

Решение: Запишем полуструктурную формулу гептана:



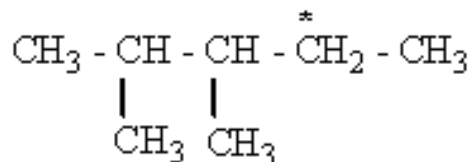
а) Углеродные атомы, составляющие цепь в молекулах углеводородов и их производных, могут быть третичными, когда они соединены с тремя атомами углерода. Поэтому, для составления структурной формулы изомера гептана, содержащего два третичных атома углерода необходимо укоротить цепь:



2,4 - диметилпентан

Звездочкой обозначены третичные атомы углерода.

б) Углеродные атомы, составляющие цепь в молекулах углеводородов и их производных, могут быть вторичными, когда они соединены с двумя атомом углерода. Для того, чтобы углеводород содержал один вторичный атом углерода цепь должна быть максимально разветвленной. Например:



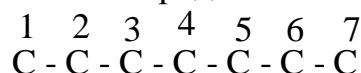
2,3-диметилпентан

Задача 2. Напишите структурную формулу 2,6-диметилгептана.

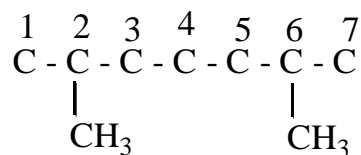
Решение. а) Исходя из названия, напомним углеродную цепь, состоящую из семи атомов (гептан):



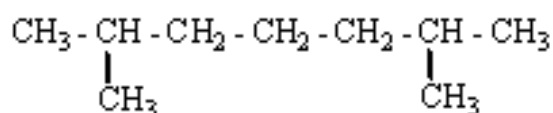
б) Пронумеруем ее в произвольном порядке:



в) В соответствии с заданием, у 2 и 6 атомов углерода поместим метильную группу:

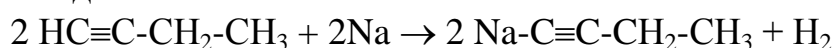


г) Поскольку валентность углерода в органических соединениях равна 4, допишем недостающие атомы водорода:



Задача 3. С помощью каких реакций можно различить изомерные алкины бутин-1 и бутин-2?

Решение. Соединение бутин-1 $\text{CH}_3\text{-CH-C}\equiv\text{CH}$ и бутин-2 $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{C-CH}_3$ относятся к гомологическому ряду ацетилену, поэтому обладают многими общими свойствами. Однако, благодаря тому, что этилацетилен имеет концевую тройную связь, он, наряду с общими свойствами ацетиленовых углеводородов имеет некоторые специфические свойства, обусловленные наличием подвижного атома водорода при атоме углерода с тройной связью. К ним относятся реакции замещения этого атома водорода на металл, при этом образуются соединения, названные ацетиленидами.

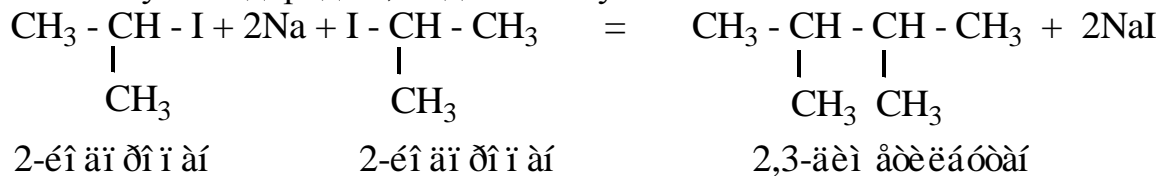


Бутин-2 в реакции замещения не вступает.

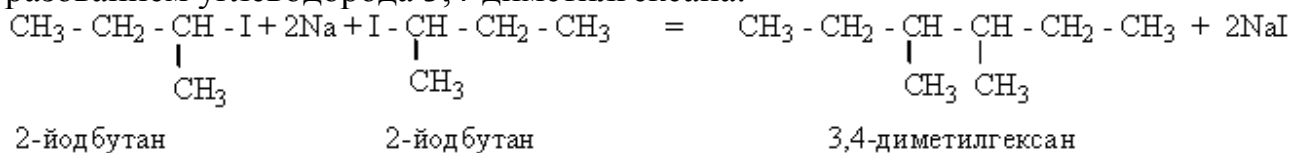
Задача 4. Какие углеводороды получаются при действии металлического натрия на смесь, состоящую из 2-йодпропана и 2-йодбутана.

Решение. В предложенном случае возможны три направления в течение реакции Вюрца.

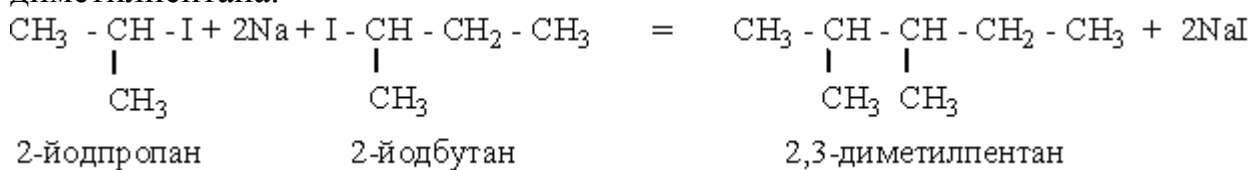
1. Две молекулы 2-йодпропана взаимодействуют с металлическим натрием с образованием углеводорода 2,3 - диметилбутана:



2. Две молекулы 2-йодбутана взаимодействуют с металлическим натрием с образованием углеводорода 3,4-диметилгексана:



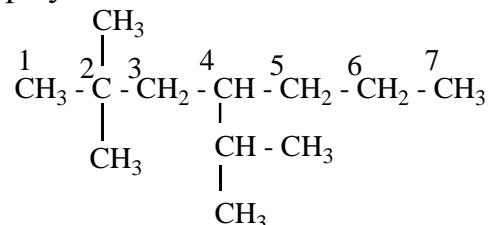
3. Наконец, одна молекула 2-йодпропана и одна молекула 2-йодбутана взаимодействует с металлическим натрием с образованием углеводорода – 2,3-диметилпентана.



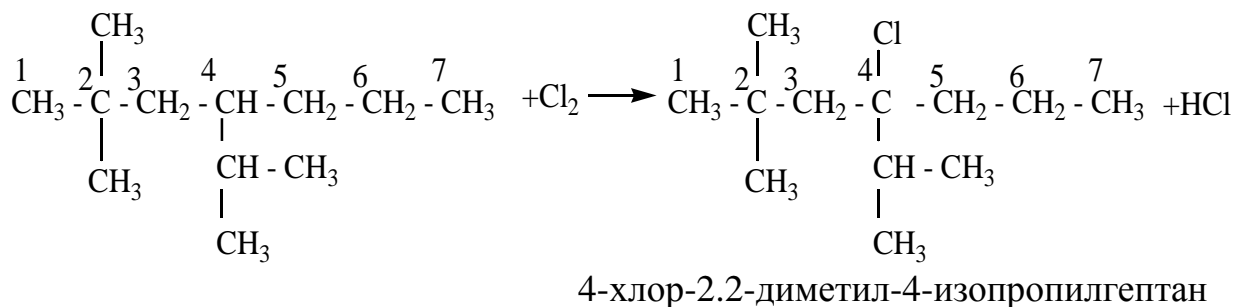
Задача 5. Напишите полуструктурную формулу соединения 2,2-диметил-4-изопропилгептана. Составьте схему реакции его с хлором (1 моль, на свету).

Решение.

а) Главная цепь - гептан, записываем ее и нумеруем; у второго и четвертого атома располагаем заместители; а свободные валентности у атома углерода заполняем водородом и формула имеет вид:

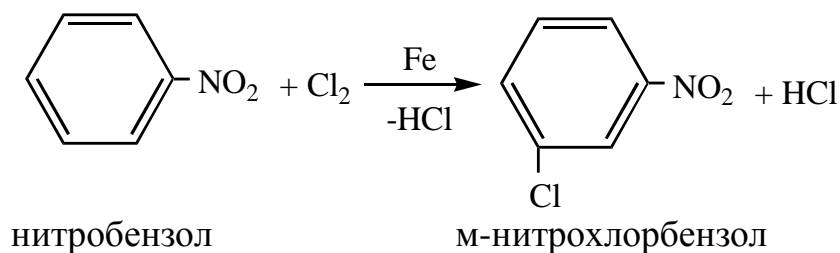


б) Для предельных углеводородов характерны реакции замещения, причем легче всего замещается водород при третичном атоме углерода:



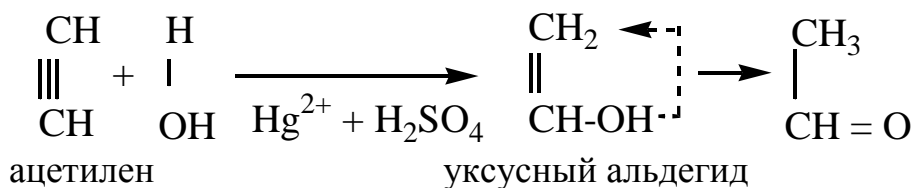
Задача 6. Напишите схему хлорирования нитробензола.

Решение. Чтобы правильно написать реакцию, надо знать правила замещения в бензольном ядре - заместители в бензольном ядре делятся на две группы: заместители первого рода направляют вновь вводимые заместители преимущественно в орто- и пара-положение и облегчают течение реакций электрофильного замещения; заместители второго рода направляют заместители преимущественно в мета-положение и затрудняют реакции электрофильного замещения. Нитробензол содержит заместитель второго рода, значит, замещение будет идти в мета-положение:

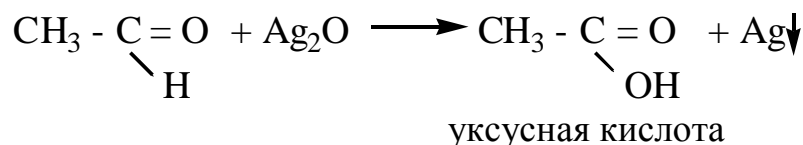


Задача 7. Получите уксусный альдегид из ацетилена. Какой реакцией можно подтвердить легкость окисления уксусного альдегида?

Решение. Уксусный альдегид получают по реакции Кучерова (катализатор: H_2SO_4 и соли ртути (II)):



б) Альдегиды окисляются слабыми окислителями: аммиачным раствором нитрата серебра или жидкостью Фелинга ($\text{Cu}(\text{OH})_2$).



Кетоны этих реакций не дают.

2. ПРОГРАММА И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Содержание курса и объем требований, предъявляемых к студентам заочного формы обучения при сдаче экзамена по дисциплине «Органическая химия и основы биохимии», определяются программой, разработанной на основе Федерального государственного образовательного стандарта для направления подготовки 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания».

Раздел 1. Теоретические положения и общие вопросы органической химии

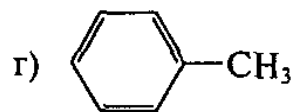
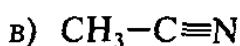
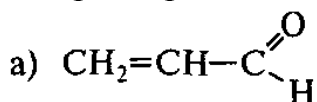
Предмет органической химии, ее роль в народном хозяйстве. Теоретические представления в органической химии. Классификация органических реакций, их механизмы. Классификация органических соединений.

Контрольные вопросы.

1. Напишите формулу вещества. Составьте формулу его изомеров и гомологов: 2,3,3,4-тетраметилгексен-1.
2. Напишите: а) эмпирические формулы метана, этана, пропана; б) структурные и упрощенные формулы тех же углеводородов. Напишите упрощенные структурные формулы радикалов метила, этила, пропила и изопропила. Поясните, как радикалы отличаются от соответствующих углеводородов по количеству электронов.
3. Напишите упрощенные структурные формулы а) пропана, б) бутана, в) изобутана. Выведите упрощенные структурные формулы соответствующих этим углеводородам одновалентных радикалов и назовите радикалы.
4. Напишите упрощенные структурные формулы всех изомерных пентанов. Назовите каждый по рациональной номенклатуре и номенклатуре ИЮПАК. Укажите в формулах первичные, вторичные, третичные и четвертичные атомы углерода.
5. Напишите упрощенные структурные формулы изомеров гексана: а) нормального строения, б) с двумя третичными атомами углерода, в) с четвертичным атомом углерода, г) два изомера с одним третичным атомом углерода. Назовите каждый изомер по рациональной номенклатуре и номенклатуре ИЮПАК.
6. Как меняется сила приведенных ниже кислот: уксусной, монохлоруксусной, дихлоруксусной, трихлоруксусной? Поясните Ваш ответ.
7. Напишите формулы всех изомеров состава C_7H_{16} , главная цепь которых состоит из 5 атомов углерода. Напишите названия этих веществ.
8. Как меняется сила приведенных ниже кислот: уксусной, монохлоруксусной, монобромуксусной, моноiodуксусной, монофторуксусной? Поясните Ваш ответ.
9. В какой из приведенных кислот наиболее сильно выражен –I эффект: 2-хлорбутановой,

Какие простые вещества соответствуют каждому валентному состоянию атома углерода?

21. Как происходит образование σ -связи? Какие виды σ -связей и в каком количестве реализуются в молекуле 1,2-дифторэтана?
22. Охарактеризуйте понятие « π -связь». Нарисуйте схемы образования π -связей в молекулах этилена C_2H_4 и ацетилена C_2H_2 .
23. Какие виды σ - и π -связей реализуются в молекулах 2-метилбутена-1, пентина-2?
24. Определите вид гибридизации атомов углерода в соединениях, формулы которых приведены:



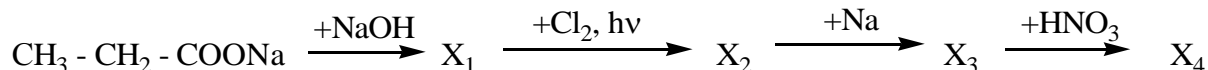
25. Расположите в порядке возрастания полярности связи $C-X$ ($X = F, Cl, Br, I$) вещества, формулы которых приведены: $CH_3-I, CH_3-Cl, CH_3-F, CH_3-Br$. Какие факторы определяют полярность связи? Как в этом ряду будет изменяться полярность связи?
26. Расположите в порядке возрастания полярности связей $C-N$ вещества, формулы которых приведены: $H_3C-CH_2-N, HC=NH, CH_2=NH_2$. Как в этом ряду изменяются длина и энергия связи $C-C$? Как это отражается на кислотных свойствах веществ?
27. Какие частицы образуются при гомолитическом и гетеролитическом распаде связей $C-N$ и $C-C$ в молекуле этана? Назовите их.
28. Какие частицы образуются при гомолитическом и гетеролитическом распаде связей $C-N$ и $C-C$ в молекулах пропана и изобутана? Назовите их.
29. Охарактеризуйте понятие «мезомерный эффект». Какие условия должны выполняться для возникновения мезомерного эффекта? Назовите виды мезомерного эффекта.
30. При помощи граничных поверхностей изобразите строение молекулы бутадиена-1,3. В каком валентном состоянии находятся атомы углерода? Как располагаются негибридизованные орбитали? Напишите формулы предельных структур и мезоформулу.

Раздел 2. Углеводороды

Классификация. Алканы, алкены, алкадиены, алкины. Циклоалканы, циклоалкены, циклоалкадиены. Терпены, терпеноиды, каротиноиды, стероиды. Арены. Арены ряда бензола. Полициклические арены. Строение, номенклатура, изомерия, химические свойства. Получение, применение.

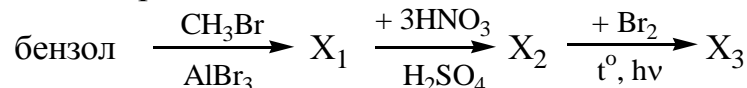
Контрольные вопросы.

31. Какие орбитали участвуют в образовании σ - и π -связей в молекуле пентена?
32. Составьте уравнения реакций в соответствии со схемой:



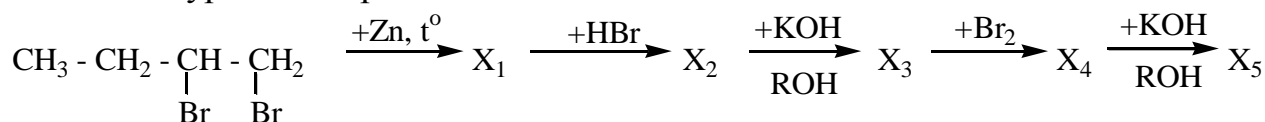
Назовите продукты реакций.

33. Составьте два уравнения реакций получения 2,3-диметилбутена-1 и три уравнения реакций, характеризующих его свойства.
34. Составьте уравнения реакций в соответствии со схемой:



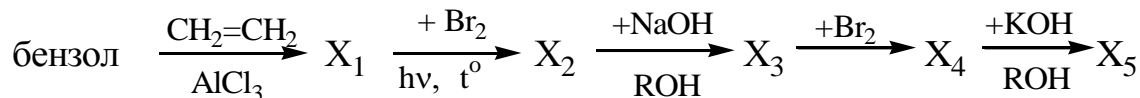
Назовите продукты реакций.

35. Составьте уравнения реакций получения 2-метилпропена разными способами и три уравнения реакций, характеризующих его свойства.
36. Составьте уравнения реакций в соответствии со схемой:



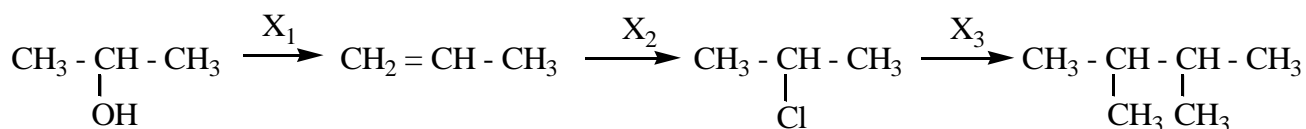
Назовите продукты реакций.

37. Составьте уравнения реакций в соответствии со схемой:



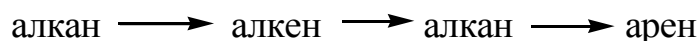
Назовите продукты реакций.

38. Составьте уравнения реакций в соответствии со схемой:



Назовите вступающие в реакцию вещества..

39. При помощи каких реакций можно осуществить превращение:



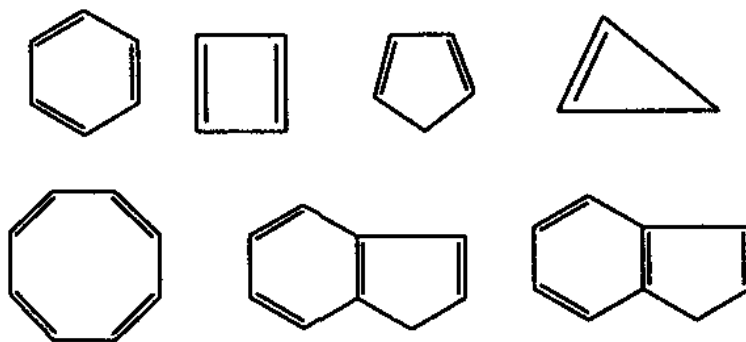
40. Углеводород состава C_5H_{12} при бромировании образует только одно бромпроизводное. Установите структуру исходного вещества.
41. Напишите реакцию мононитрования по Коновалову для н-пентана и 2-метилбутана. Какой углеводород легче вступает в реакцию?
42. Установите строение предельного углеводорода, который при гидрировании дает 3-метилпентан, а в результате бромирования превращается в 2,4-дибром-3-метилпентан.

43. Три различных алкана при каталитическом гидрировании образуют 2-метилбутан. Напишите уравнения реакций.
44. Напишите структурные формулы всех алкенов, при гидрировании которых образуется 3,5-диметилгептан. Назовите их согласно номенклатуре IUPAC.
45. Ненасыщенные соединения характеризуются определенным значением бромного числа, т. е. количеством массовых долей брома, присоединяющихся к 100 массовым долям ненасыщенного соединения. Рассчитайте бромные числа для следующих алкенов: 2-метилбутен-1; 2,3-диметилбутен-2.
46. Напишите уравнение взаимодействия всех изомерных пентенов с бромоводородом (в отсутствие кислорода и перекисей). Назовите исходные соединения и продукты реакции согласно систематической номенклатуре. Кто впервые обнаружил закономерность присоединения галогеноводородов к алкенам несимметричного строения? В чем она заключается и как формулируется?
47. Напишите структурные формулы алкенов, при присоединении хлороводорода к которым образуются следующие соединения: 2-хлор-2,4,4-триметилгептан; 3-хлор-3,4-диметил-4-этилнонан.
48. Какие соединения образуются при гидратации в присутствии серной кислоты: пропилена; изобутилена; гексена-2; 2-метилбутена-1. Поясните правило Марковникова на примере реакции гидратации изобутилена.
49. Определите строение веществ по брутто-формуле и продуктам превращения: C_5H_{10} , при окислении хромовой смесью образуются ацетон и уксусная кислота.
50. С помощью каких качественных реакций можно различить: бутин-2 и бутан; бутин-1, бутин-2 и бутен-1; этилацетилен и дивинил?
51. Напишите структурную формулу ацетиленового углеводорода, образующего при взаимодействии с бромоводородом (в отсутствие перекисей): 2-бромпентен-1; 2,2-дибром-3-метилбутан. По какому правилу идет присоединение галогеноводородов к несимметричным алкинам?
52. Напишите уравнения реакций гидратации: ацетилена; пропина; 4-метилпентина-2; изопропилацетилена. Укажите промежуточный продукт, условия реакции Кучерова. Каково ее практическое значение?
53. Напишите структурные формулы соединений, образующихся при взаимодействии вилацетилена и 4,5-диметилгексина-2 с водой в условиях реакции Кучерова. Сформулируйте правило Эльтекова.
54. Предложите химический способ разделения смеси пентана, пентена, пентина-1 и пентина-2.
55. Предложите три способа превращения бутина-1 в бутин-2.
56. Сравните отношение циклопропана и пропилена к действию следующих реагентов: бром; бромоводород; концентрированная серная кислота; озон;

водный раствор перманганата калия. Напишите уравнения реакций; назовите полученные соединения.

57. Каким образом взаимодействуют с бромом (1 моль) следующие углеводороды: метилциклопропан; циклогексан; циклобутан; циклопентан? Напишите уравнения реакций; укажите условия их проведения.
58. Каким образом с помощью химических реакций различить пентен-1, метилциклобутан и циклопентан?
59. Определите строение вещества состава C_4H_6 , которое при энергичном окислении хромовой смесью образует только уксусную кислоту,
60. Какие из следующих алкинов будут взаимодействовать с аммиачным раствором оксида серебра: метилацетилен; метилизопропилацетилен; пропилизопропилацетилен?
61. Какие заместители являются ориентантами I и II рода? Приведите два примера реакций для каждого типа заместителей.
62. Составьте уравнения реакций получения вещества 4-метилпентин-1 и уравнение реакций взаимодействия его с H_2O , HBr и реакцию его окисления.
63. Составьте уравнения реакций получения бутин-2 тремя способами, реакции взаимодействия его с H_2O и окисления.
64. Напишите уравнения реакций толуола: а) типичные и для бензола; б) в которые бензол не вступает.
65. Составьте два уравнения реакций получения 3-метилпентина-1 и три уравнения реакций, характеризующих его свойства.
66. Напишите уравнения реакций получения двумя способами 3-метилпентена-1 и взаимодействия этого вещества: а) с H_2O ; б) с Cl_2 ; в) мягкого окисления.
67. Как можно получить 2-метилпропан? Покажите два способа. Составьте уравнения реакций взаимодействия этого вещества с: а) Cl_2 ; б) HNO_3 ; в) H_2SO_4 .
68. При нитровании одного из изомеров гексана получены вторичное и первичное соединения. Известно, что исходный углеводород обладает разветвленным углеродным скелетом. Написать структурную формулу.
69. Какие структурные формулы для бензола были предложены? Напишите структурную формулу бензола, предложенную Кекуле. В чем ее недостаток? Какая формула наиболее полно объясняет ароматические свойства бензола?
70. Каковы современные представления о строении бензола (валентное состояние атомов углерода ароматического кольца, валентные углы, длина углерод-углеродных связей, энергия сопряжения)? Приведите атомно-орбитальную схему строения молекулы бензола (представьте на отдельных рисунках схемы σ - и π -связей). Какова пространственная конфигурация молекулы бензола?

71. Сформулируйте правило ароматичности Хюккеля. Укажите, какие из соединений, формулы которых приведены, относятся к ароматическим (приведите объяснения):



72. Приведите примеры ароматических соединений, отвечающих правилу Хюккеля при $n = 0, 1, 2, 3$.
73. Какие свойства бензола, его гомологов и производных подразумевают под термином «ароматические свойства»? Объясните особенности химического поведения этих соединений с точки зрения квантово-химических представлений.
74. Какие вещества образуются при действии на бензол: бромной воды (н.у.); хлора при облучении ультрафиолетом; бромоводорода; брома в присутствии FeCl_3 . Напишите уравнения реакций; рассмотрите их механизм.
75. Напишите уравнения реакций окисления:
- бензола кислородом воздуха при нагревании в присутствии оксида ванадия V_2O_5 ;
 - изопропилбензола кислородом воздуха при нагревании;
 - пропилбензола и *para*-метилизопропилбензола водным раствором перманганата калия при кипячении. Подберите коэффициенты.
76. Напишите структурные формулы:
- углеводородов состава C_9H_{12} , которые при окислении дают бензойную кислоту;
 - углеводорода состава C_9H_{12} , при окислении которого образуется 1,3-бензолдикарбоновая (изофталевая) кислота.
- Дайте названия соединениям.
77. С помощью каких реакций можно отличить друг от друга гексан, гексен и бензол?
78. Какие соединения образуются при взаимодействии толуола:
- с разбавленной азотной кислотой при нагревании;
 - с хлором на свету.
- Объясните механизм реакций. Почему толуол вступает в реакции радикального замещения легче, чем алканы?
79. Напишите уравнения реакций стирола:
- с водородом в присутствии платины на холоду;

- б) бромной водой;
- в) бромоводородом;
- г) водным раствором перманганата калия при комнатной температуре;
- д) водным раствором перманганата калия при кипячении.

В каких случаях заместители оказывают электронодонорное, в каких — электроноакцепторное влияние на бензольное кольцо? Приведите объяснения для каждого соединения.

80. Напишите уравнения реакций стирола:

- а) хлорбензол;
- б) ацетанилид $C_6H_5-NH-C(O)-CH_3$;
- в) бензонитрил $C_6H_5-C\equiv N$;
- г) трихлорметилбензол $C_6H_5CCl_3$.

В каких случаях заместители оказывают электронодонорное, в каких — электроноакцепторное влияние на бензольное кольцо? Приведите объяснения для каждого соединения.

81. Расположите в порядке снижения реакционной способности в реакциях электрофильного замещения следующие соединения:

- а) бензойный альдегид, бензол, анилин, бромбензол;
- б) изопропилбензол, бензолсульфокислота, фенол, нитробензол.

Ответ объясните с учетом ориентирующего влияния заместителей на бензольное кольцо.

82. Какие продукты образуются при моносulфировании хлорбензола, толуола, нитробензола, бензойной кислоты. Напишите уравнения реакций; укажите условия их проведения. Расположите перечисленные соединения в порядке увеличения скорости sulфирования. Объясните ответ.

83. Составьте уравнения реакций мононитрования бензола, бромбензола, фенола, этилбензола, нитробензола. Расположите данные соединения в порядке убывания скорости реакции нитрования. Объясните ответ.

84. Объясните, в каком порядке необходимо вводить заместители, чтобы получить из бензола следующие соединения:

- а) 2,4-динитротолуол;
- б) *орто*-хлорбензойную кислоту;
- в) *мета*-нитробромбензол;
- г) *орто*-нитрохлорбензол;

Напишите уравнения реакций; укажите условия их проведения.

85. Укажите, в каких из следующих соединений наблюдается согласованная, а в каких — несогласованная ориентация заместителей:

- а) *пара*-дихлорбензол;
- б) *орто*-нитрофенол;
- в) *пара*-динитробензол;

86. Какие ароматические соединения получают каталитическим дегидрированием:

- а) циклогексана;

- б) изопропилциклогексана;
- в) этилциклогексана;
- г) метилциклогексана;
- д) 1,4-диметилциклогексана?

Напишите уравнения реакций; укажите условия их проведения. Назовите продукты согласно номенклатуре IUPAC.

87. Назовите вещества, образующиеся при каталитической дегидроциклизации (ароматизации) следующих углеводородов:

- а) 3-метилгексан;
- б) 3,4-диметилгептан;
- в) 2,6-диметил-3-этилгептан;
- г) 3,5-диметилоктан;
- д) 4-метилгексен-2.

Напишите уравнения реакций; укажите условия их проведения.

88. Получите бензол и толуол, используя в качестве исходных соединений только неорганические вещества.

89. Предложите не менее шести способов получения бензола из углеводородов. Напишите уравнения реакций; укажите условия их протекания.

90. Напишите уравнения реакций получения этилбензола и стирола из метана.

**Раздел 3. Функциональные производные углеводов
Галогенпроизводные углеводов.**

Получение. Основные химические превращения. Применение

Контрольные вопросы.

91. Составьте формулы монохлорпроизводных пропана, бутана, изобутана. Назовите их согласно систематической номенклатуре; отметьте среди них первичные, вторичные и третичные хлоралканы.
92. Какие виды структурной изомерии встречаются у галогеналканов? Напишите и назовите согласно систематической номенклатуре все изомерные соединения состава $C_5H_{11}Br$.
93. Напишите уравнения реакций бромистого этила с соединениями, формулы которых приведены:
- а) KCN;
 - б) NaOH;
 - в) CH_3COONa ;
 - г) CH_3-CH_2ONa ;
94. Используя реакцию нуклеофильного замещения, получите из бромметана:
- а) этанол;
 - б) метилэтиловый эфир;
 - в) ацетонитрил CH_3-CN ;
 - г) метиламин;
95. Напишите уравнения реакций 2-метил-2-хлорбутана:
- а) с водным раствором KOH;
 - б) этиламином;
 - в) гидроксидом серебра.
96. Какие вещества образуются при взаимодействии 1-хлор-бутана и 2-метил-2-хлорпропана со спиртовым раствором щелочи? Напишите схемы реакций, укажите преимущественно образующиеся вещества.
97. Напишите уравнения реакций и рассмотрите механизм дегидрогалогенирования спиртовым раствором щелочи:
- а) 1-хлорпентана;
 - б) 3-хлорпентана;
 - в) 3-метил-3-хлорпентана.
98. Какие алкены преимущественно образуются при дегидрогалогенировании в спиртовом растворе гидроксида калия при нагревании:
- а) 2-бромбутана;
 - б) 3-метил-2-бромбутана.
- Сформулируйте правило Зайцева.
99. Напишите уравнения реакций йодистого изобутила:
- а) с аммиаком;
 - б) металлическим натрием;

- в) магнием в абсолютном эфире;
 - г) водным раствором NaOH;
 - д) спиртовым раствором KOH;
100. Какое строение имеет алкилгалогенид состава C_4H_9Br , если после его дегидрогалогенирования в спиртовом растворе щелочи образуется алкен C_4H_8 , который после озонирования и последующего гидролиза дает уксусный альдегид? Напишите уравнения реакций.
101. Охарактеризуйте влияние атома хлора на бензольное кольцо в молекуле хлорбензола. Как распределена электронная плотность в нереагирующей молекуле хлорбензола (с учетом I и M-эффектов)? Какие химические реакции наиболее характерны для этого соединения?
102. Напишите уравнения реакций хлорбензола:
- а) с бромом в присутствии железа;
 - б) с нитрующей смесью.
- Объясните ориентирующее влияние галогена в молекуле хлорбензола.
103. Напишите уравнения реакций:
- а) между бромбензолом и гидроксидом натрия;
 - б) *орто*-хлортолуолом и амидом натрия;
 - в) *пара*-иодэтил бензолом и фенолятом натрия;
- В каких условиях протекают эти реакции?
104. Напишите уравнения реакций, протекающих при нагревании 2,4-динитрохлорбензола:
- а) с водным раствором карбоната натрия;
 - б) метиламином;
 - в) метанолом.
- Назовите продукты. Чем объясняется исключительная легкость нуклеофильного замещения атома галогена в молекуле 2,4-динитрохлорбензола по сравнению с хлорбензолом?
105. Расположите следующие соединения в порядке снижения подвижности атома хлора в реакциях нуклеофильного замещения:
- а) *орто*-нитрохлорбензол;
 - б) 2,4,6-тринитрохлорбензол;
 - в) хлорбензол;
 - г) *мета*-нитрохлорбензол;
 - д) 2,4-динитрохлорбензол;
 - е) *пара*-нитрохлорбензол. Приведите объяснения.
106. Напишите уравнения реакций бензилхлорида:
- а) с водным раствором гидроксида натрия при нагревании;
 - б) цианидом натрия;
 - в) этилатом натрия;
 - г) аммиаком;

Объясните, почему атом хлора в молекуле бензилхлорида обладает более высокой подвижностью в реакциях нуклеофильного замещения по сравнению с хлорбензолом.

107. Осуществите следующие превращения:

Бензол \rightarrow А \rightarrow *para*-бромэтилбензол \rightarrow Б \rightarrow *para*-гидроксibenзойная кислота

108. Осуществите следующие превращения:

Толуол \rightarrow А \rightarrow Б \rightarrow хлористый *para*-бромбензильден \rightarrow В \rightarrow *para*-аминобензойный альдегид

109. Из каких галогенопроизводных ароматического ряда можно получить вещества, формулы которых приведены:

- а) $C_6H_5-CH_2-CH_2-OH$;
- б) *para*-Cl- C_6H_4-COOH ;
- в) *para*- $NO_2-C_6H_4-CHO$?

110. При помощи каких реакций можно различить следующие пары изомеров:

- а) *para*-хлортолуол и бензилхлорид;
- б) хлористый бензильден и 2,4-дихлортолуол.

111. Напишите структурную формулу вещества состава C_7H_7Cl , которое при взаимодействии с избытком хлора на свету превращается в соединение $C_7H_4Cl_4$, образующее при гидролизе водным раствором щелочи *para*-хлорбензойную кислоту.

112. Напишите уравнения реакций постепенного замещения атомов водорода хлором в молекуле этана. В каких условиях протекает реакция? Каков ее механизм?

113. Составьте уравнение реакции монохлорирования пропана. Рассмотрите механизм реакции. Как протекает подобная реакция с фтором, бромом и иодом?

114. Напишите уравнения реакций при комнатной температуре соляной кислоты со следующими алкенами: пропен, бутен-2,; бутен-1, 2-метилпропен. Дайте обоснование правила Марковникова.

115. Из каких ненасыщенных соединений можно получить:

- а) 2-бром-2-метилбутан;
- б) 2-бром-3-метилбутан;
- в) 2,2-дихлорпропан;
- г) 2,3-дибромбутан? Напишите уравнения реакций.

116. Из изобутилена получите 3-бром-2-метилпропен. Укажите условия реакций.

117. Какие соединения могут образоваться при действии брома на 2-метилбутадиен-1,3? Если возможно, напишите *цис*- и *транс*-изомеры.

118. Составьте уравнения реакций этилового спирта, пропанола-1, пропанола-2, 2-метилпропанола-2 с бромоводородом. Укажите, по какому механизму идут эти реакции.

119. Напишите уравнения реакций получения всеми возможными способами 2-бромпропана.
120. Осуществите превращения:
- 1-бромбутана в 2,2-дибромбутан;
 - этилена в хлористый винил;
 - 2-бромпропана в 2,3-дибром-2,3-диметилбутан.

Кислородсодержащие функциональные производные углеводородов

Гидроксисоединения. Классификация. Номенклатура. Алканола, циклоалканола, арилалканола, диола, триола и полиола. Фенола, арендиола и арентриола. Получение. Физические и химические свойства.

Простые эфиры.

Оксосоединения. Строение, номенклатура, химические свойства альдегидов и кетонов. Получение и применение.

Карбоновые кислоты и их функциональные производные. Монокарбоновые кислоты. Химические свойства, получение, применение. Дикарбоновые кислоты. Особенности физических и химических свойств. Гидроксикислоты. Классификация, получение. Химические свойства. Оптическая изомерия. Оксокислоты. Классификация, номенклатура. Получение, свойства.

Контрольные вопросы.

121. Напишите структурные формулы изомерных спиртов состава $C_5H_{11}OH$ и назовите их. Напишите для всех изомеров реакции окисления.
122. Напишите уравнения реакций получения пропандиола-1,2 и три уравнения реакций, характеризующих его свойства.
123. Напишите уравнения реакций взаимодействия пропанола-2, которые характеризуют его кислотные и основные свойства.
124. Продукт дегидратации пентанола-2 окислен по реакции Вагнера. Полученный гликоль взаимодействует с уксусной кислотой. Составьте уравнения реакций.
125. При нагревании смеси пропилового и бутилового спиртов с серной кислотой можно получить три простых эфира и два углеводорода. Напишите уравнения реакций и названия продуктов.
126. Как получить гликоли из: а) бутена-1, б) бутена-2? Составьте схемы реакций, напишите названия веществ.
127. Напишите уравнения четырех реакций, характеризующих свойства спирта $CH_2 = CH - CH_2OH$.
128. В чем отличие первичных и вторичных спиртов по химическим свойствам? Ответ подтвердите соответствующими уравнениями реакций.
129. В чем отличие одно- и многоатомных спиртов по химическим свойствам? С помощью какой реакции можно различить одно- и многоатомный спирты? Напишите уравнение этой реакции.

130. В трех пробирках без надписи находятся жидкости: *n*-пропанол, 1-хлорбутан и глицерин. При помощи каких реакций можно различить эти вещества?
131. Напишите уравнения реакций взаимодействия глицерина с: а) гидроксидом меди (II), б) с двумя молекулами стеариновой кислоты, в) с тремя молекулами азотной кислоты.
132. Какие из следующих веществ: а) оксид кальция, б) натрий, в) гидроксид меди (II), г) гидроксид меди - будут реагировать с глицерином и этанолом? Приведите соответствующие уравнения реакций.
133. Каким путем можно получить из этанола: а) йодоформ, б) бутан, в) этан? Составьте уравнения реакций.
134. В трех пробирках находятся бутанол-1, этиленгликоль и раствор фенола в бензоле. Составьте уравнения реакций, позволяющих различить эти вещества.
135. Напишите схемы реакций последовательного окисления спиртовых групп в соединениях: а) пропандиол-1,3; б) 2-метилбутандиол-1,3.
136. Напишите уравнения реакций с пропанолом-1, которые обусловлены свойствами: а) гидроксила; б) радикала. Назовите продукты.
137. В чем сходство и различие ароматических спиртов и фенолов? Составьте уравнения реакций.
138. Напишите уравнения реакций взаимодействия фенола: а) с бромной водой; б) с гидроксидом натрия; в) с хлоридом железа (III).
139. Напишите уравнения реакций взаимодействия: а) фенолята натрия с хлорангидридом уксусной кислоты; б) фенолята натрия с соляной кислотой; в) фенола с гидроксидом калия.
140. Составьте уравнения реакций взаимодействия фенола: а) с H_2SO_4 ; б) с HNO_3 ; в) с водным раствором $Ca(OH)_2$.
141. Какие соединения получатся при взаимодействии: а) фенолята натрия с хлорэтаном; б) *n*-крезолята натрия с 2-метил-2-бромпропаном? Составьте уравнения реакций.
142. Приведите способ получения фенола из бензола.
143. Предложите способ разделения фенола и бензола химическим путем.
144. Напишите уравнения реакций взаимодействия *n*-крезола: а) с NaOH; б) с C_2H_5-ONa ; в) с $FeCl_3$. Какая из этих реакций является качественной?
145. Сравните свойства фенола и спирта. Как они относятся к действию: а) NaOH; б) PCl_5 ; в) $CH_3 - COOH$;
146. Сравните реакционную способность фенола и бензола. Составьте уравнения реакций.
147. Как разделить химическим путем смесь *m*-крезола и бензилового спирта?

148. Как получить *n*-хлорфенол, используя: а) нитробензол; б) бензолсульфокислоту? Составьте уравнения реакций.
149. Отличие в строении ароматических спиртов и фенолов. Как это отражается на их химических свойствах? Составьте уравнения реакций.
150. Дайте сравнительную характеристику этанола и фенола.
151. Напишите структурную формулу спирта $C_7H_{16}O$, если при его окислении образуется кетон $C_7H_{14}O$. Окисление же кетона приводит к образованию смеси уксусной и валериановой кислот.
152. Определите строение соединения состава $C_5H_{10}O$, если известно, что оно не реагирует с реактивом Фелинга, а при гидрировании образует пентанол-3.
153. При помощи каких реакций можно отличить пентаналь от пентанона-2?
154. Написать структурную формулу соединения C_4H_8O , которое при действии HCN дает оксинитрил, а при восстановлении - изобутиловый спирт.
155. Напишите структурную формулу кетона, при окислении которого были получены кислоты: пропионовая и масляная.
156. Какими реакциями можно отличить бутаналь от бутанола?
157. Из каких ключевых солей карбоновых кислот можно получить пропионовый альдегид?
158. Каким образом можно выделить уксусный альдегид из его смеси с этиловым спиртом.
159. Напишите структурную формулу вещества состава C_8H_8O , которое дает производные с NH_2-NH_2 и $NaHSO_3$, вступает в реакцию с аммиачным раствором оксида серебра, а при окислении образует терефталевую кислоту.
160. Определите строение вещества, имеющего молекулярную формулу C_3H_6O , если оно дает реакцию "серебряного зеркала", при действии PCl_5 образует $C_3H_6Cl_2$.
161. Какие из четырех спиртов C_4H_9OH можно получить восстановлением альдегидов и кетонов? Напишите уравнения реакций.
162. Какие качественные реакции позволяют отличать альдегиды от кетонов? Приведите примеры.
163. Какими реакциями можно отличить бензальдегид от дифенилкетона?
164. Приведите примеры реакций, которые легко протекают для альдегидов, но практически не идут для кетонов.
165. В трех пробирках находятся: октанон-2, изовалериановый альдегид и глицерин. Какими химическими пробами можно определить каждое вещество?
166. Сравните химические свойства карбонильных соединений и алкенов. Какой тип реакции наиболее характерен для альдегидов и кетонов?

167. Напишите уравнения и рассмотрите механизм реакций получения полуацеталя и ацеталя из ацетальдегида и метилового спирта.
168. При помощи каких качественных реакций можно различить акролеин и пропионовый альдегид?
169. Напишите уравнения реакций и укажите условия протекания сложноэфирной конденсации по Тищенко для уксусного и масляного альдегидов.
170. Чем объясняется подвижность атома водорода при α -углеродном атоме карбонильных соединений? Приведите два примера реакций альдегидов и кетонов, в которых участвует атом водорода при α -углеродном атоме.
171. Напишите уравнения реакций альдольной и кротоновой конденсаций:
- уксусного альдегида;
 - пропионового альдегида;
172. Какие из следующих соединений будут вступать в реакцию «серебряного зеркала» и взаимодействовать с реактивом Фелинга при нагревании:
- ацетон;
 - формальдегид;
 - пентанон-2;
 - 2-метилбутаналь?
- Напишите уравнения реакций; назовите продукты окисления.
173. Составьте формулу кетона, если при его окислении были получены ацетон, изовалериановая и изомасляная кислоты.
174. Предложите химические реакции, позволяющие отличить масляный альдегид от изомерного ему метилэтилкетона.
175. Приведите схему и укажите условия проведения промышленного синтеза формальдегида.
176. Составьте формулу кетона, если при его окислении были получены уксусная и пропионовая кислоты, оксид углерода(IV).
177. Составьте формулу кетона, если при его окислении были получены уксусная, пропионовая, изомасляная и изовалериановая кислоты.
178. Напишите уравнения реакций получения уксусного альдегида, изомасляного альдегида, пентанона-2, ацетона пиролизом кальциевых солей соответствующих карбоновых кислот. Напишите структурные формулы побочных продуктов реакций. Во всех ли случаях они образуются?
179. Предложите схему синтеза пентадиона-2,3 (ароматизатора для конфет и шоколада) из пентанона-2.
180. Предложите схему синтеза гептадиона-2,3 (пищевого ароматизатора) из гептанола-2.
181. Напишите уравнения реакций, отличающих муравьиную кислоту от других органических кислот.
182. Как получить бензойную и *m*-хлорбензойную кислоты?

183. Бензойная кислота реагирует с: а) NH_3 ; б) этанолом, в) HONO_2 ? Напишите уравнения протекающих реакций.
184. Напишите уравнения получения калиевой соли, ангидрида, амида уксусной кислоты.
185. Приведите два способа получения масляной кислоты.
186. Пропионовая кислота реагирует с: а) NaHCO_3 ; б) CH_3OH ; в) PCl_5 ? Напишите уравнения протекающих реакций.
187. Исходя из толуола получите все изомеры нитробензойной кислоты.
а) HCl , б) NH_3 .
188. Что такое хлорангидриды кислот? Их получение.
189. Получите бензойную и *m*-хлорбензойную кислоты. Напишите для них реакции с пятихлористым фосфором.
190. Как из бутина-1 и бутина-2 получить кислоту?
191. Приведите три примера реакций кислот, протекающих за счет гидроксильных групп.
192. Получите этилацетат из ацетилен.
193. Как различить: а) щавелевую и уксусную кислоту; б) щавелевую и янтарную кислоты.
194. Предложите метод выделения масляной кислоты из смеси ее с бутиловым спиртом и хлористым бутилом.
195. Напишите уравнения реакций: а) сорбиновой кислоты $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH=CH-COOH}$ с гидроксидом калия; б) ангидрида масляной кислоты с этанолом; в) термического разложения щавелевой кислоты; г) олеиновой кислоты с бромом;
196. Установите строение соединений по брутто-формуле и их химическим превращениям. Напишите уравнения реакций: $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2$, реагирует с содой, при окислении дает пропионовую и малоновую кислоты;

Азотсодержащие производные углеводов

Нитросоединения. Строение, получение, основные химические свойства.
Амины. Строение, изомерия, классификация. Получение, химические свойства.

Контрольные вопросы.

197. Какие амины могут быть получены при действии аммиака на йодэтан? Составьте уравнения реакций и назовите продукты.
198. Как будут реагировать с азотистой кислотой следующие амины: метиламин, диметиламин, триэтиламин, анилин? Напишите уравнения реакций и названия полученных соединений.
199. Предскажите химические свойства 3-аминопропена-1. Напишите уравнения соответствующих реакций.

200. С помощью каких реакций можно отличить первичные, вторичные и третичные амины? Составьте уравнения реакций.
201. При действии азотистой кислоты на амин состава $C_4H_{11}N$ образовался спирт и выделился азот. Напишите уравнения этой реакции и взаимодействия этого амина с метиламином.
202. Рассмотрите строение и изобразите атомно-орбитальную модель молекулы метиламина. Отметьте тип гибридизации атомов, полярность имеющихся химических связей и сравните прочность водородных связей, образуемых аминами и спиртами.
203. Объясните причину различия температур кипения следующих веществ: н-пентан ($36^{\circ}C$), 1-аминопентан ($130^{\circ}C$), 1-пентанол ($138^{\circ}C$).
204. Дайте объяснения, почему этиламин и диэтиламин хорошо растворимы в воде, а триэтиламин — плохо.
205. Какой процесс происходит при растворении аминов в воде? Какие свойства при этом проявляют амины? Ответ поясните на примере взаимодействия этиламина с водой.
206. Напишите уравнения реакций метиламина, диэтиламина, метилдиэтиламина с соляной кислотой. Назовите образующиеся соли. Какие свойства в этих реакциях проявляют амины?
207. В зависимости от соотношения этиламина и серной кислоты при их взаимодействии могут образоваться две соли. Напишите уравнения реакций; назовите полученные вещества.
208. Какие три соли могут образоваться при взаимодействии метиламина с фосфорной кислотой? Напишите уравнения реакций.
209. Напишите уравнения реакций гидроксида натрия с солями: хлорид диэтиламмония, иодид триметиламмония, хлорид тетраметил аммония.
210. Сравните взаимодействие метиламина, диметиламина и триметиламина с азотистой кислотой. Назовите образующиеся вещества; объясните различный характер протекания реакций.
211. Напишите уравнения реакций азотистой кислоты со всеми изомерными аминами состава C_3H_9N .
212. Какой спирт образуется при действии азотистой кислоты на изобутиламин? Какие побочные продукты при этом образуются?
213. Рассмотрите схему взаимодействия хлорэтана с аммиаком. Объясните механизм реакции; дайте название полученной соли.
214. Напишите уравнения реакций 1-аминопропана и изомерных ему веществ с ацетилхлоридом. На одном из примеров рассмотрите механизм реакции.
215. Для этиламина и диэтиламина напишите уравнения реакций с уксусным ангидридом и ацетилхлоридом. Почему не ацилируются третичные амины?

216. Изобразите структурную формулу анилина. Какие электронные эффекты действуют в молекуле анилина? Покажите их направленность и определите знак электронного эффекта.
217. Получите 2-аминобутана из бутанона; напишите уравнения реакций алкилирования и ацилирования этого вещества.
218. Из 1-пропанола получите метилпропиламин.
219. Какие соединения образуются при взаимодействии аммиака с хлорэтаном, 2-хлорпропаном. Назовите образующиеся вещества.
220. Напишите уравнения реакций получения 1-аминопропана и 1-аминобутана из соответствующих спиртов.
221. Из этилового спирта получите следующие вещества: а) аминоэтан; б) 1-аминопропан; в) аминометан. Напишите схемы превращений.
222. Напишите уравнения реакций получения этиламина всеми возможными способами.
223. Из этилового спирта и неорганических веществ получите метилэтиламин; напишите уравнения реакций.

Гетероциклические, элементорганические и серусодержащие соединения

Гетероциклические соединения. Классификация. Пятичленные гетероциклические соединения. Шестичленные гетероциклы. Понятие об алкалоидах. Понятие о шестичленных гетероциклах с двумя атомами азота. Нуклеиновые кислоты. Понятие о нуклеозидах и нуклеотидах.

Элементорганические соединения. Классификация, номенклатура. Понятие о металлорганических соединениях. Кремний- и фосфорорганические соединения.

Тиоспирты, тиоэфиры, тиофенолы.

Контрольные вопросы.

224. В чем сходство и различие химических свойств пиридина и бензола?
225. Приведите примеры реакций электрофильного и нуклеофильного замещения в ряду пиридина.
226. Объясните, почему пиридин является сильным основанием, а пиррол не обладает такими свойствами. Почему пиррол не устойчив к действию кислот?
227. Какими структурными особенностями обусловлен ароматический характер фурана, пиррола и тиофена? Сопоставьте их ароматичность и сравните с ароматичностью бензола.
228. Приведите реакции частичного и полного гидрирования фурана, пиррола и тиофена. Назовите полученные соединения, охарактеризуйте их свойства.

229. Сравните отношение к действию кислот фурана, пиррола и тиофена и продуктов полного гидрирования этих соединений. Почему фуран и пиррол неустойчивы к действию кислот?
230. Предложите схему получения: пиррол \rightarrow метиловый эфир пиррол-2-карбоновой кислоты.
231. Предложите схему получения: тиофен \rightarrow 5-нитротиофен-2-карбоновая кислота.
232. Предложите схему получения: тиофен \rightarrow 5-нитротиофен-2-карбоновая кислота.
233. Напишите схему каталитического гидрирования пиридина. Сравните пиридин и пиперидин по основности, отношению к йодметану, уксусному ангидриду, азотистой кислоте. Приведите реакции.
234. Приведите схемы получения из пиридина: 3-бромпиридина и 1-аминопиридина.
235. Приведите схемы получения из пиридина: никотиновой кислоты, 2-фенилпиридина, 2-пиридона.
236. Сколько изомеров может существовать у производных фурана, если они содержат: а) один заместитель; б) два одинаковых заместителя; в) два разных заместителя?
237. Приведите реакции, характеризующие ароматичность пятичленных гетероциклов.
238. Напишите структурные формулы известных вам алкалоидов. Производными каких гетероциклов они являются?
239. Приведите схемы получения из пиридина: 3- и 4-аминопиридинов.
240. Приведите реакции, характеризующие ароматичность шестичленных гетероциклов.

Раздел 4. Основы биохимии

Липиды. Жиры

Липиды. Классификация. Простые липиды. Жиры и масла. Основные физико-химические свойства. Понятие о фосфо- и гликолипидах.

241. Напишите уравнение гидролиза триолеата глицерина.
242. Получите твердое мыло.
243. К какому классу соединений относятся жиры? Какие продукты образуются при щелочном гидролизе жиров?
244. Что такое фосфатиды? Приведите их классификацию.
245. Что такое гидрогенизация жиров?

246. На триолеат глицерина подействуйте бромной водой.
247. Приведите формулу говяжьего жира. Напишите уравнение его гидролиза.
248. Каково строение лецитина? Приведите уравнение гидролиза лецитина.
249. Приведите уравнение взаимодействия триолеата глицерина с йодом.
250. Приведите уравнение реакции омыления масла.
251. Напишите уравнение реакции взаимодействия трипальмитина с гидроксидом натрия.
252. Что такое высыхание жиров? Какие химические изменения происходят при этом с жирами?
253. Напишите формулу жира, содержащего остатки олеиновой, линолевой, линоленовой кислот. Какова его консистенция?
254. Отобразите структурные формулы высших алифатических кислот: пальмитиновой, стеариновой, олеиновой, линолевой и линоленовой. Каково их соотношение в животных жирах и растительных маслах?
255. Триглицерид какой кислоты находится в наибольшем количестве в оливковом масле? Что такое йодное число?
256. Приведите уравнение реакции щелочного гидролиза тристеарата глицерина. С какой целью указанную реакцию проводят в промышленности?
257. Охарактеризуйте распространение в природе и химический состав восков. В чем проявляются их защитные функции?
258. Отобразите химическое строение карнаубского (пальмовое дерево) и пчелиного воска. Охарактеризуйте данные вещества.
259. Приведите классификацию фосфолипидов. В чем особенности их химического строения?
260. Каковы биологические функции фосфолипидов в растительных и животных клетках?
261. Чем принципиально отличается химическое строение фосфотидной кислоты от строения жиров? Охарактеризуйте ее биологическую роль.
266. Чем принципиально отличается химическое строение лецитина от строения жиров? Охарактеризуйте его биологическую роль.
267. Охарактеризуйте химическое строение коровьего масла. Что такое прогоркание?
268. Охарактеризуйте химическое строение льняного масла. К какому классу (высыхающие, полувсыхающие) оно относится. Почему?
269. Напишите формулу лецитина, в состав которого входят остатки стеариновой и олеиновой кислот, остаток фосфорной кислоты, глицерин, спирт холин. Укажите его биологическое значение.

270. Охарактеризуйте химическое строение подсолнечного масла. К какому классу (высыхающие, полувывсыхающие) оно относится. Почему?

Углеводы

Углеводы. Классификация. Моносахариды. Строение. Стереохимия моноз. Получение. Химические свойства. Олиго- и полисахариды. Строение, свойства, получение.

271. На примере D-глюкозы покажите карбонильную и полуацетальную формы, α и β -аномеры.

272. Приведите формулу полисахарида с β -1,4-гликозидной связью.

273. Строение маннозы. Строение: карбонильная и полуацетальная формы, α и β -аномеры.

274. Какие превращения происходят с D-глюкопиранозой при мутаротации? Напишите схему превращений.

275. В чем различие строения между глюкозой и маннозой?

276. В чем различие строения между глюкозой и фруктозой?

277. Моносахариды на примере D-маннозы. Строение. α и β -аномеры.

278. Моносахариды D-галактозы. α и β -аномеры.

279. Качественные реакции для альдогексоз.

280. С помощью каких реакций можно доказать, что фруктоза является кетомногоатомным спиртом?

281. Виды брожения моносахаридов. Примеры, уравнения реакций.

282. Напишите структурные формулы тетроз и пентоз. Сколько стереоизомеров возможно для этих соединений? Изобразите стереоизомеры проекционными формулами.

283. Напишите реакцию окисления D(+)-ксилозы до моно- и дикарбоновой кислоты. Будут ли эти кислоты оптически активны?

284. Какие химические свойства глюкозы нельзя объяснить ее альдегидной формулой.

285. Какие реакции глюкозы доказывают, что в ее молекуле имеется пять гидроксильных групп и одна альдегидная?

286. С помощью каких реакций можно доказать, что манноза является альдегидногоатомным спиртом?

287. Строение сахарозы.

288. Какие невозстанавливающие дисахариды вы знаете? Приведите примеры.

289. Напишите условную формулу полисахарида с α ,1,4-гликозидной связью (структурное звено D-глюкоза) и уравнение его гидролиза.

290. Как должен быть построен невосстанавливающий олигосахарид, в состав которого входят три молекулы α , D-глюкозы.
291. Напишите структурную формулу восстанавливающего трисахарида, построенного из трех остатков α , D-глюкозы.
292. Какие полисахариды входят в состав крахмала? Опишите их строение.
293. Гидролиз сахарозы. Его особенности. На продукт гидролиза сахарозы подействуйте фенилгидразином.
294. Какие эфиры клетчатки находят техническое применение? Назовите их и напишите уравнения реакций.
295. С помощью каких реакций можно отличить сахарозу от мальтозы?
296. Строение ацетатов клетчатки. Применение.
297. Какое явление называют мутаротацией? Приведите примеры на основе дисахаридов.
298. Сходство и различие в строении амилопектина и амилозы. Гидролиз амилозы.
299. Строение клетчатки и нитроклетчатки.
300. Как получить из крахмала сорбит?

Аминокислоты. Белковые вещества

Аминокислоты. Классификация, номенклатура, химические свойства. Получение. Пептиды. Понятие о строении, методах синтеза и гидролиза.

Белковые вещества. Классификация, строение. Ферменты.

301. Напишите, какие превращения происходят с глицином, глутаминовой кислотой и лизином в нейтральной, кислой и щелочной средах. Отметьте, к катоду или к аноду будут двигаться эти аминокислоты при разных значениях pH.
302. Какие вещества образуются при взаимодействии аминокислот с этиловым спиртом в присутствии HCl? Напишите уравнения реакций спирта с глицином и глутаминовой кислотой.
303. Напишите уравнения реакций, подтверждающих кислотный и основной характер аминокислот на примере аланина и глутаминовой кислоты.
304. Напишите уравнение реакции валина с гидроксидом меди (II). Какую структуру имеет полученное комплексное соединение?
305. Какие вещества образуются при действии азотистой кислоты (нитрита натрия и соляной кислоты): на лейцин; глутаминовую кислоту.
306. Напишите уравнения реакций глицина со следующими реагентами: водный раствор гидроксида натрия; водный раствор соляной кислоты; NH_3 ; PCl_5 .

307. Напишите уравнения реакций, происходящих при нагревании следующих аминокислот: α -аминопропионовая; 4-амино-4-метилпентановая; 3-амино-2-метилбутановая; 5-амино-4,5-диметилпентановая.
308. Напишите реакции декарбоксилирования следующих веществ (назовите продукты): глицин; валин; лизин.
309. Напишите схемы образования пептидов: Гли—Ала; Вал—Лей; Асп—Ала.
310. Установите строение вещества с эмпирической формулой $C_3H_7O_2N$, которое обладает амфотерными свойствами, при реакции с HNO_2 выделяет молекулярный азот, с этанолом образует соединение состава $C_5H_{11}O_2N$, при нагревании дает новое вещество состава $C_6H_{10}O_2N$.
311. Напишите уравнения реакций образования трех возможных трипептидов, исходя из одной молекулы глицина и двух молекул аланина.
312. Составьте уравнения реакций образования трех возможных трипептидов, исходя из одной молекулы аланина и двух молекул глицина.
313. Сравните рН водных растворов валина, глутаминовой кислоты и лизина. Подтвердите соответствующими уравнениями реакций.
314. Напишите уравнения реакций получения 2-аминопентановой кислоты двумя способами; образования дикетопиперазина этой кислоты и биполярного иона этой кислоты.
315. Напишите уравнения реакций получения трех трипептидов из глицина, аланина и фенилаланина.
316. С помощью каких реакций можно получить 3-аминопентановую кислоту (2 способа). Что получится при взаимодействии ее с хлорангидридом уксусной кислоты? Напишите уравнения реакций.
317. Напишите уравнения реакций получения аланина двумя способами, взаимодействия аланина с формальдегидом и с хлорангидридом пропионовой кислоты.
318. Составьте схему гидролиза трипептида глицилаланилсерин.
319. Составьте структурные формулы изомерных аминокислот состава $C_5H_7O_2N$. Назовите их по номенклатуре ИЮПАК. Для каких изомеров возможна стереоизомерия?
320. С помощью каких реакций можно доказать амфотерность лейцина? Какие вещества образуются при взаимодействии его с метанолом и с формальдегидом? Составьте уравнения реакций.
321. Напишите структурную формулу трипептида, при гидролизе которого образуются глицин, аланин и цистеин.
322. Из метана и неорганических веществ получите глицин.
323. Из 1-йодпропана и неорганических веществ получите аланин.

324. Из n предметов можно составить n сочетаний при условии, что каждый из них встречается в любом сочетании только один раз. Так, из трех различных аминокислот можно составить 6 трипептидов, в которых каждая аминокислота встречается лишь один раз. Напишите сокращенные формулы всех 6 трипептидов, в состав которых входят аланин, валин и серин. Изобразите структурные формулы соединений, в которых аланин стоит вторым. Укажите N- и C-концевые аминокислоты.
325. При полном гидролизе трипептида образовались две α -аминокислоты — глицин и аланин. Предложите варианты строения трипептида.
326. Приведите строение глицилсерилгистидина, представляющего собой трипептидный участок инсулина. Укажите в нем пептидные связи, N- и C-концы.
327. Напишите уравнения реакций между следующими веществами: анилин и соляная кислота; диметиланилин и серная кислота (1 моль); метиланилин и серная кислота (2 моля). Назовите полученные вещества.
328. Напишите структурные формулы аминокислот состава $C_4H_9O_2N$. Назовите их согласно систематической и рациональной номенклатурам.
329. Какую реакцию (рН) среды дают растворы следующих аминокислот: глицин; аланин; аспарагиновая кислота; лизин; амид аспарагиновой кислоты.
330. В чем заключается и что доказывает биуретовая реакция?
331. Какие белки относятся к протеинам? Приведите примеры протеинов.
332. Что такое протеиды? Приведите примеры.
333. Наличие каких функциональных групп в молекуле белка доказывает ксантопротеиновая реакция? Как проводится эта реакция.
334. Приведите примеры реакций, которые может проявлять белок, включающий в свой состав аминокислоты: серин, фенилаланин, цистеин, аланин.
335. Что понимают под первичной, вторичной, третичной и четвертичной
336. Какие цветные реакции характерны для пептидов и белков? Ответ проиллюстрируйте на примере пентапептида глицилфенилаланилвалилтирозилметионина.
337. Напишите схему образования трипептида: фенилаланилцистеиллизина и его диссоциацию. Какова реакция (рН) его раствора? Объясните, какие цветные реакции белков дает этот пептид.
338. Какие цветные реакции характерны для пептидов и белков? Ответ проиллюстрируйте на примере фенилаланилвалил-аспарагина.
339. Приведите схему образования и название трипептида из аминокислот: аланина, цистеина, триптофана. В какой среде лежит его изоэлектрическая точка?
340. Какие уровни организации структуры белков вам известны? Какие химические связи участвуют в их образовании?

341. Что такое глобулярные и фибриллярные белки? На каком уровне организации происходит их подразделение?
342. Что называют денатурацией белков и в чем их отличие от гидролиза?
343. Запишите формулу аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ). Укажите ее роль в живых организмах.
344. Запишите формулу гуанозинтрифосфата (ГТФ). Укажите его роль в живых организмах.
344. Запишите формулу уридинтрифосфата (УТФ). Укажите его роль в живых организмах.
345. Напишите формулу динуклеотида, входящего в состав дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), в котором в качестве азотистых оснований были бы аденин и цитозин.
346. Напишите в двух таутомерных формах каждое из следующих азотистых оснований: гуанин, урацил, тиминцитозин
347. Напишите формулу динуклеотида, входящего в состав рибо-нуклеиновой кислоты (РНК), в котором в качестве оснований были бы гуанин и урацил.
348. Дайте определение понятию «комплементарность». Объясните причину образования пар в молекулах ДНК: аденин — тимин, гуанин — цитозин и укажите количество образующихся между ними связей
349. Охарактеризуйте ферменты, относящиеся к классу изомераз. Приведите примеры реакций, катализируемых изомеразами.
350. Охарактеризуйте ферменты, относящиеся к классу гидролаз. Приведите примеры реакций, катализируемых гидролазами.
351. Укажите названия пяти витаминов, которые входят в состав кофакторов ферментов, ускоряющих реакции окислительного декарбоксилирования пировата.
352. Определите, к каким классам по химической структуре относятся следующие витамины: витамин С, витамин D, витамин А.1
353. Напишите структурную формулу витамина РР (никотиновая кислота) и укажите, в состав каких кофакторов он входит.
354. Напишите структурную формулу витамина В2 (рибофлавин) и укажите, в состав каких кофакторов он входит.
355. Охарактеризуйте ферменты, относящиеся к классу оксиредуктаз. Приведите примеры реакций, катализируемых изомеразами.
356. Охарактеризуйте ферменты, относящиеся к классу трансфераз. Приведите примеры реакций, катализируемых гидролазами.
357. Охарактеризуйте ферменты, относящиеся к классу лиаз. Приведите примеры реакций, катализируемых изомеразами.

358. Охарактеризуйте ферменты, относящиеся к классу лигаз. Приведите примеры реакций, катализируемых гидролазами.
359. Проанализируйте факторы, влияющие на активность ферментов
360. Приведите отличительные признаки ферментативного и химического катализа

3. ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Номера вопросов и задач выбираются в таблице в соответствии с первыми буквами фамилии, имени и отчества студента.

Например: **Сидоров Иван Иванович**

Номера задач: 17, 39, 65, 74, 129, 159

В случае, если фамилия содержит менее четырех букв, недостающие задания выбираются из колонки с буквами алфавита **Ь, Ъ**

Работа, выполненная по произвольно выбранным номерам задач, зачитываться не будет.

Буква алфавита	Контрольная работа №1						Контрольная работа №2					
	Первые 4 буквы фамилии				Первая буква имени	Первая буква отчества	Первые 4 буквы фамилии				Первая буква имени	Первая буква отчества
	1 (С)	2 (И)	3 (Д)	4 (О)	1 (И)	1 (И)	1 (С)	2 (И)	3 (Д)	4 (О)	1 (И)	1 (И)
	№ задания						№ задания					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
А	1	31	61	91	121	151	181	211	241	271	301	331
Б	2	32	62	92	122	152	182	212	242	272	302	332
В	3	33	63	93	123	153	183	213	243	273	303	333
Г	4	34	64	94	124	154	184	214	244	274	304	334
Д	5	35	65	95	125	155	185	215	245	275	305	335
Е, Ё	6	36	66	96	126	156	186	216	246	276	306	336
Ж	7	37	67	97	127	157	187	217	247	277	307	337
З	8	38	68	98	128	158	188	218	248	278	308	338
И, Й	9	39	69	99	129	159	189	219	249	279	309	339
К	10	40	70	100	130	160	190	220	250	280	310	340
Л	11	41	71	101	131	161	191	221	251	281	311	341
М	12	42	72	102	132	162	192	222	252	282	312	342
Н	13	43	73	103	133	163	193	223	253	283	313	343
О	14	44	74	104	134	164	194	224	254	284	314	344
П	15	45	75	105	135	165	195	225	255	285	315	345
Р	16	46	76	106	136	166	196	226	256	286	316	346
С	17	47	77	107	137	167	197	227	257	287	317	347
Т	18	48	78	108	138	168	198	228	258	288	318	348
У	19	49	79	109	139	169	199	229	259	289	319	349
Ф	20	50	80	110	140	170	200	230	260	290	320	350
Х	21	51	81	111	141	171	201	231	261	291	321	351
Ц	22	52	82	112	142	172	202	232	262	292	322	352
Ч	23	53	83	113	143	173	203	233	263	293	323	353
Ш	24	54	84	114	144	174	204	234	264	294	324	354
Щ	25	55	85	115	145	175	205	235	265	295	325	355
Ы	26	56	86	116	146	176	206	236	266	296	326	356
Ь, Ь	27	57	87	117	147	177	207	237	267	297	327	357
Э	28	58	88	118	148	178	208	238	268	298	328	358
Ю	29	59	89	119	149	179	209	239	269	299	329	359
Я	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основной:

1. Терней А. Современная органическая химия = Contemporary organic chemistry : в 2 т. / А. Терней ; под ред. Н. Н. Суворова. - стер. изд. - Москва : Альянс, 2019 - . - Текст : непосредственный. Т. 1 / пер. с англ.: Е. И. Карпейской, Л. М. Орловой ; авт. предисл.: Н. Н. Суворов, А. Л. Терней. - 2019. - 678 с.
2. Терней А. Современная органическая химия = Contemporary organic chemistry : в 2 т. / А. Терней ; под ред. Н. Н. Суворова. - стер. изд. - Москва : Альянс, 2019 - . - Текст : непосредственный. Т. 2 / пер. с англ. : Е. И. Карпейской, М. И. Верховцевой. - 2020. - 651 с.
3. Органическая химия. Базовый курс [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям «Химическая технология» и «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» / Д. Б. Березин [и др.].- Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM) . Режим доступа: http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib_dc/lan_01.04.2017/i-147397268.pdf
4. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия [Текст] : учебное пособие / Тюкавкина Н.А. ; Бауков Ю.И., Зурабян С.Э.- Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015 .
Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431887.html>

Дополнительной:

5. Травень, В. Ф. Практикум по органической химии [Текст] : учебное пособие / Травень В. Ф. ; Щекотихин А.Е.- Москва : БИНОМ, 2014 Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996324286.html>
6. Артеменко, А. И. Органическая химия для строительных специальностей вузов : учебник / А. И. Артеменко. – 2014. Режим доступа: http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib_dc/lan_01.04.2017/i-099265821.pdf
7. Гаршин, А.П. Органическая химия в рисунках, таблицах, схемах : учебное пособие / А. П. Гаршин. - Москва : Юрайт, 2020. - 240 с.
8. Моррисон, Р.Т. Органическая химия = Organic Chemistry : учебник / Р. Моррисон, Р. Бойд ; под ред. И. К. Коробицыной ; пер. с англ.: В. М. Демьянович, В. А. Смита. - Стер. изд. - Москва : Альянс, 2019. - 1132 с.
9. Митякина, Ю.А. Биохимия: учебное пособие/Ю.А. Митякина. - Москва : Издательский Центр РИОР, 2019. - 113 с.: