

Национальный институт образования

ХИМИЯ

ФАКУЛЬТАТИВНЫЕ ЗАНЯТИЯ



Ф.Ф. Лахвич, О.М. Травникова

УДИВИТЕЛЬНЫЙ МИР ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

11 КЛАСС

Пособие для учителей

Национальный институт образования

ХИМИЯ

ФАКУЛЬТАТИВНЫЕ ЗАНЯТИЯ

Ф.Ф. Лахвич, О.М. Травникова

Удивительный мир органической химии

11 КЛАСС

Пособие для учителей
учреждений общего среднего образования
с белорусским и русским языками обучения

*Рекомендовано
Научно-методическим учреждением
«Национальный институт образования»
Министерства образования Республики Беларусь*

3-е издание

Минск
«Адукацыя і выхаванне»
2014

УДК 373.3.016:54

ББК 74.262.4

Л29

Лахвич, Ф. Ф.

Л29 Удивительный мир органической химии : 11-й кл. : пособие для учителей общеобразоват. учреждений с белорус. и рус. яз. обучения / Ф. Ф. Лахвич, О. М. Травникова. — Минск : Адукацыя і выхаванне, 2010. — 136 с. — (Химия. Факультативные занятия.)

ISBN 978-985-471-395-3.

УДК 373.3.016:54

ББК 74.262.4

ISBN 978-985-471-395-3

© НМУ «Национальный институт образования», 2010

© Оформление. РУП «Издательство “Адукацыя і выхаванне”», 2010

УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

Пояснительная записка

В соответствии с Учебным планом в 11 классе изучается систематический курс органической химии (2 ч в неделю); в классах химико-биологического направления предусмотрено изучение органической химии на повышенном уровне (3 ч в неделю). Предлагаемый факультативный курс предполагает сопровождение основного курса и предусматривает изучение основного материала базовой программы по химии в рамках использования подходов развивающего обучения.

Теоретической основой факультатива, как и основного курса, являются теория химического строения органических соединений, сведения об электронном строении атома и электронной природе химической связи в молекулах органических соединений, представления о механизмах протекания органических реакций. Содержание курса составлено с учётом идей о причинно-следственной связи между составом, строением, свойствами и применением органических веществ; познаваемости веществ и закономерностей протекания химических реакций; взаимосвязи теории и практики. В то же время особое внимание уделяется формированию обобщённого представления о строении органических веществ и характере их превращений на основе реализации частно-методических принципов структурности, функциональности и механистичности.

Следует отметить, что содержание факультативного курса дополняет и расширяет содержание основного, а в программе сохранён в целом общий подход к построению курса органической химии. Он заключается в том, что предлагаемая последовательность учебных тем позволяет при изучении органических веществ раскрыть принцип усложнения их строения и генетического развития от

углеводородов к более сложным органическим соединениям, содержащим функциональные группы. Однако, по сравнению с основным курсом, факультативный курс преимущественно строится на дедуктивном подходе к процессу развития системы знаний учащихся. По мнению составителей, это обусловлено максимальной степенью реализации потенциала развивающего обучения в рамках факультатива, необходимостью преемственности школьного и вузовского курсов химии для учащихся химического профиля; в то же время психофизиологические особенности развития старших школьников позволяют успешно реализовать данный подход на практике. Как следствие, упор сделан на изучение функциональных возможностей углеводородов и их монофункциональных производных, а свойства би- и полифункциональных соединений рассматриваются как следствие наличия тех или иных функций. Следует также отметить, что в основу мотивации к изучению органической химии положено понятие о дуалистичности эстетического потенциала органических веществ и процессов с их участием: представление о Красоте и Утилитарности Мира органической химии (так называемая концепция BEAUTILITY). Предполагается, что такой подход может способствовать психофизиологической и психоэмоциональной адаптации учащихся к изучению сложных, но эстетически привлекательных и потенциально практически полезных процессов и явлений.

Объем курса 35 ч (1 ч в неделю).

Ведущие идеи факультативного курса:

- сопровождение и поддержка изучения основного курса органической химии для средней общеобразовательной школы;
- дедуктивный подход в процессе развития системы знаний учащихся;
- представление о дуалистичности эстетического потенциала органических веществ и процессов с их

участием: представление о Красоте и Утилитарности Мира органической химии (так называемая концепция BEAUTILITY).

Цели и задачи факультативного курса

Основная цель курса заключается в расширении и углублении знаний учащихся, полученных при изучении основного курса органической химии, расширении кругозора и формировании естественно-научного мировоззрения.

Задачи курса:

- создание условий для дополнительной мотивации к изучению химии посредством использования мощного потенциала ряда специфических форм занятий и технологий таких, как химический эксперимент, моделирование (в том числе компьютерное), визуализация и пр.;
- содействие социокультурной адаптации учащихся после окончания средней школы посредством осознанной мотивации к выбору профессии;
- обеспечение преемственности в содержании образования между общим средним и высшим профессиональным образованием по выбранному (химическому, химико-технологическому и биохимическому) профилю;
- содействие более глубокой теоретической подготовке учащихся в области химических знаний, которая станет основой непрерывного образования для получения в дальнейшем в первую очередь химических специальностей, а также специальностей, где необходимы более глубокие знания по химии.

Структура и содержание факультативного курса

В соответствии с поставленными задачами структура факультативного курса «Удивительный мир органической химии» включает 7 учебных тем:

- Краткая история развития органической химии.
- Теория строения органических соединений.

- Классификация и номенклатура органических соединений.
- Классификация органических реакций.
- Углеводороды.
- Монофункциональные производные углеводородов.
- Гетерофункциональные соединения (углеводы и аминокислоты).

Для каждой темы указаны вопросы, подлежащие изучению, перечни демонстраций, лабораторных опытов и темы практических работ. Практическая часть программы усилена по сравнению с программой для основного курса: вводятся работы, связанные с синтезом веществ, их анализом, работы по анализу пищевых продуктов, элементы функционального анализа.

Распределение времени по учебным темам является примерным, оно может быть изменено учителем при соответствующем обосновании проводимых изменений.

Ожидаемые педагогические результаты изучения курса:

- расширение и совершенствование предметных знаний и умений по химии;
- ориентация на выбор естественно-научного образования;
- развитие общекультурной компетентности школьников.

Содержание программы

1 ч в неделю, всего 35 ч

Тема 1. Краткая история развития органической химии (1 ч)

Красота и утилитарность мира органических веществ. Место органической химии среди других естественных наук: специфика объектов изучения, роль в решении важнейших социокультурных, природоохранных и иных задач. История становления и развития органической химии. Этапы формирования представлений о строении вещества и методах выделения и трансформации органических веществ. Вклад алхимиков, ятрохимиков в развитие первичных сведений о природе органических веществ. Теория витализма и достижения учёных, которые способствовали её опровержению в XIX в. Предпосылки и разработка теории химического строения. Основные достижения органической химии в установлении структуры и синтезе органических веществ.

Тема 2. Теория строения органических соединений (4 ч)

Удивительный мир молекул. Пространственное строение органических соединений. Строение атома углерода, других органогенных элементов: влияние на способность образования связей и геометрию молекул. Геометрия органических молекул (понятие валентного угла, длины и кратности связи). Способы моделирования и визуализации строения органических веществ. Понятие о молекулярных моделях. Химические конструкторы и их использование в органической химии, в других смежных областях науки. Эстетика и утилитарность молекулярных моделей. Способы отображения строения органических соединений на плоскости. Виды химических формул: молекулярные, эмпирические, электронные, структурные (графические,

сокращённые скелетные), стереопроекционные (перспективные), проекционные (*Ньюмена, Фишера*). Понятие конформации и конфигурации. Углеродородный скелет и функциональные группы.

Многообразие и взаимосвязь соединений мира органических веществ. Явление изомерии. Виды изомерии: структурная (изомерия углеродного скелета, положения кратной связи, положения функциональной группы (гетероатома), межклассовая), пространственная (диастереомерия, энантиомерия). Понятие хиральности и ахиральности, их связь с симметрией молекулы. Примеры хиральных и ахиральных объектов живой и неживой природы. Красота симметрии и утилитарность асимметрии органических молекул. Удивительная загадка асимметричности нашего мира.

Демонстрации

Анимация: строение атома углерода*.

Анимации: виды молекулярных моделей*.

Анимации: модели молекул структурных и пространственных изомеров*.

Практические работы

1. Работа с графическими редакторами химических формул (2 ч)**.

Тема 3. Классификация и номенклатура органических соединений (3 ч)

История становления номенклатуры органических соединений. Появление тривиальных названий, предпосылки возникновения систематических номенклатур. Понятие о химическом языке.

* При отсутствии или недостаточной оснащённости школ ПК возможно проведение демонстраций с использованием шаростержневых моделей.

** При отсутствии или недостаточной оснащённости школ ПК возможно проведение практической работы с использованием шаростержневых моделей и в тетради.

Классификация органических соединений. Понятие об углеводородном скелете и функциональных группах. Основные классы монофункциональных органических соединений. Понятие о гетерофункциональных соединениях.

Виды систематических номенклатур (заместительная ИЮПАК, рациональная, стереоизомеров), понятие о принципах построения и возможности их использовании для названия органических соединений.

Заместительная номенклатура ИЮПАК. Принцип замещения главной углеводородной цепи, как основа построения систематических названий. Структура названия: название главной углеводородной цепи, функциональных групп и заместителей. Правила выбора и нумерации главной цепи. Правила названия и очередности расположения в названии заместителей и функциональных групп. Специфика наименования алкильных заместителей.

Представление о некоторых видах номенклатуры стереоизомеров (π -диастереомеров, энантиомеров).

Демонстрации

Анимация: номенклатура органических соединений*.

Практические работы

2. Моделирование органических молекул (1 ч)**.

Тема 4. Классификация органических реакций (2 ч)

Удивительный мир органических реакций. Органическая химия как наука о процессах разрыва и образовании новых химических связей в молекуле. Электронная природа химических связей в органических соединениях. Взаимное влияние атомов в молекуле. Электронные эффекты: индуктивный, мезомерный (сопряжения).

Понятие о механизме химической реакции. Типы разрыва (гомолитический и гетеролитический) и образования химических связей. Способы обозначения электронных эффектов и механизмов реакций. Визуализация и

моделирование химических процессов на плоскости и с помощью 3D-анимаций. Промежуточные частицы в органической химии: свободные радикалы, карбокатионы и карбанионы, факторы, влияющие на их устойчивость. Понятие нуклеофильности и электрофильности. Типы реагентов (радикальные частицы, нуклеофилы и электрофилы). Классификация органических реакций по результату и типу реагента: реакции замещения (радикального, нуклеофильного, электрофильного), присоединения (радикального, нуклеофильного, электрофильного), отщепления, окисления, восстановления.

Демонстрации

Анимации: реакции органических соединений.

Тема 5. Углеводороды (8 ч)

Красота простоты строения и скрытых функциональных возможностей углеводородов. Углеводороды как скелетная основа других органических соединений. Возможности функциональной трансформации углеводородов в реакциях замещения и отщепления водорода, присоединения по кратным связям.

Реакции замещения.

Реакции радикального замещения в алканах: галогенирование, нитрование. Понятие о механизме реакции радикального замещения на примере метана; основные стадии процесса (зарождение, рост, обрыв цепи). Хлорирование и бромирование гомологов метана; факторы, влияющие на соотношение продуктов монозамещения. Относительная устойчивость первичных, вторичных, третичных углеводородных радикалов. Значение процессов в производстве и жизни человека.

Реакции замещения атома водорода в алкенах в α -положении. Аллильный радикал. Особенности замещения атома водорода в боковой цепи аренов. Бензильный радикал.

Реакции электрофильного замещения в ароматических углеводородах. Понятие о механизме и общих закономерностях реакций электрофильного замещения в бензольном кольце (стадии процесса, строение и стабилизация π и σ -комплексов). Ориентация замещения монозамещённых бензолов в равновесных и неравновесных процессах: взаимное влияние атомов, *орто*-, *пара*- и *мета*-ориентанты, их влияние на скорость и направление процесса. Реакции электрофильного замещения бензола и его гомологов (галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование, ацилирование). Значение процессов в производстве и жизни человека.

Реакции присоединения.

Реакции электрофильного присоединения по кратной связи в алкенах. Понятие о механизме реакции электрофильного присоединения (образование π - и σ -комплексов, стереохимические особенности). Карбокатион; относительная устойчивость первичных, вторичных, третичных карбокатионов. Присоединение несимметричных реагентов (галогеноводородов, воды) к гомологам этена. Правило Марковникова, его современное обоснование.

Особенности реакций присоединения в ряду диеновых углеводородов: присоединение (1,2- и 1,4-) водорода, галогенов и галогеноводородов, реакции полимеризации на примере бутадиена-1,3, 2-метилбутадиена-1,3. Реакция 1,4-циклоприсоединения.

Особенности реакции присоединения в ряду алкинов: гидратация (реакция Кучерова), галогенирование, гидрогалогенирование; роль катализаторов (ионы переходных металлов), направление присоединения.

Значение процессов в жизни человека и производстве.

Реакции окисления.

Реакции окисления ненасыщенных углеводородов с участием кратных связей, влияние условий на продукты взаимодействия: окисление перманганатом калия в щелочной среде на холоде (реакция Вагнера) и в кислой

среде при нагревании, окисление надкислотами до оксидов (реакция Прилежаева), озонлиз (деструктивное окисление).

Демонстрации

1. Анимация: образование углеродных цепей и циклов*.
2. Физические свойства углеводов: отношение к воде.
3. Получение ацетилена карбидным способом и испытание его свойств: горение, взаимодействие с растворами брома, перманганата калия, аммиачного раствора оксида серебра(I).

Лабораторные опыты

1. Моделирование молекул насыщенных углеводов, их изомеров*.
2. Моделирование молекул ненасыщенных углеводов, их изомеров*.

Практические работы

3. Качественное определение углеводов (1 ч).

Тема 6. Монофункциональные производные углеводов (12 ч)

Красота и утилитарность функциональности производных углеводов. Могущество органического синтеза в построении мира органических молекул. Классификация монофункциональных производных углеводов. Основные функциональные группы: гидроксильная, аминогруппа, карбонильная, карбоксильная, сложноэфирная, амидная.

Галогенпроизводные углеводов.

Поляризация связи «углерод — галоген». Представление о механизме реакции нуклеофильного замещения, взаимодействие с спиртами, галогенидами и цианидами металлов, аммиаком и аминами.

Реакции элиминирования; взаимодействие с металлами (отщепление галогеноводородов и галогенов, образование металлоорганических соединений).

Представление о синтетических возможностях метал-лорганических соединений. Представление о механизмах реакций нуклеофильного замещения и элиминирования, как конкурирующих процессов. Правило *Зайцева*.

Значение галогенпроизводных и процессов с их участием в жизни человека и производстве.

Гидроксилпроизводные углеводов.

Классификация спиртов и фенолов. Поляризация связей «углерод — кислород» и «кислород — водород» в молекулах спиртов. Химические свойства алканолов. Реакции нуклеофильного замещения: взаимодействие с галоген-нуклеофилами (галогеноводородами, галогенидами неметаллов), гидроксилсодержащими кислотами и их производными. Кислотные свойства спиртов. Специфические химические свойства диолов и полиолов. Специфика строения и химических свойств фенолов.

Карбонильные соединения.

Классификация карбонильных соединений: альдегиды и кетоны, карбоновые кислоты и их производные. Строение карбонильной группы и её особенности. Сравнительная характеристика реакционной способности карбонильных соединений. Образование и факторы стабилизации. Понятие о енолах, енолят-анионах и кето-енольном равновесии. Качественная реакция (с FeCl_3) на енольный фрагмент.

Альдегиды и кетоны.

Химические свойства альдегидов и кетонов: реакции нуклеофильного присоединения к карбонильной группе, представление о механизме и катализе. Взаимодействие с нуклеофильными реагентами: О-нуклеофилами (водой, спиртами); гидраты, полуацетали, ацетали, условия образования, устойчивость. Циклические формы моносахаридов как представителей полуацеталей. Взаимодействие с N-нуклеофилами (аминами, гидроксиламином, гидразином), галогенидами неметаллов; C-нуклеофилами (реак-

ции гидроцианирования, взаимодействия с ацетиленидами металлов и металлоорганическими соединениями).

Значение альдегидов и кетонов и процессов с их участием в жизни человека и производстве.

Карбоновые кислоты и их производные.

Представление о механизме присоединения-отщепления.

Реакция этерификации, представление о роли кислотного катализатора. Ацильная группа. Кислотный и щелочной гидролиз сложных эфиров, представление о роли основания. Реакции переэтерификации, взаимодействия с аммиаком и аминами, металлоорганическими соединениями.

Понятие об использовании хлорангидридов и ангидридов кислот в качестве ацилирующих реагентов.

Значение карбоновых кислот, их производных и процессов с их участием в жизни человека и производстве.

Демонстрации

1. Анимация: строение и свойства спиртов. Реакции нуклеофильного замещения*.

2. Кето-енольное равновесие (ацетон, фенол или резорцин, этанол, ацетоуксусный эфир).

Практические работы

4. Качественное определение углерода, водорода и хлора в органических веществах (1 ч).

5. Свойства и сравнительная характеристика одноатомных, многоатомных спиртов и фенолов (1 ч).

6. Получение и горение уротропина (сухой спирт) (1 ч).

7. Получение сложных эфиров реакцией этерификации (1 ч).

Тема 7. Гетерофункциональные соединения (углеводы и аминокислоты) (5 ч)

Представление о многообразии функциональнозамещённых карбонильных соединений. Важнейшие биомолекулы: углеводы, аминокислоты, пептиды и белки, жиры

как поли- и гетерофункциональные соединения. Моделирование их свойств на основе знания свойств соответствующих монофункциональнозамещённых углеводов. Красота и биологическое значение биомолекул в жизни человека.

Лабораторные опыты

3. Свойства глюкозы: отношение к гидроксиду меди(II) и аммиачному раствору оксида серебра.

4. Конструирование белковых молекул.

Практические работы

8. Решение экспериментальных задач на распознавание органических веществ (1 ч).

9. Щелочной гидролиз жиров (получение мыла) (1 ч).

Рекомендуемая литература и ЭСО

Основная

1. *Лахвич, Ф. Ф.* Химия в таблицах и схемах / Ф. Ф. Лахвич, О. М. Травникова. — Минск : Аверсэв, 2009.

2. *Потапов, В. М.* Органическая химия / В. М. Потапов. — М. : Просвещение, 1995. — 193 с.

3. *Хомченко, Г. П.* Пособие по химии для поступающих в вузы / Г. П. Хомченко. — М., 1997.

4. *Кузьменко, Н. Е.* Начала химии (современный курс для поступающих в вузы) / Н. Е. Кузьменко, В. В. Ерёмин, В. А. Попков. — М., 1997.

5. Химия : пособие-репетитор для поступающих в вузы / под ред. А. С. Егорова. — Ростов н/Д., 2000.

6. *Кузьменко, Н. Е.* Сборник задач и упражнений по химии / Н. Е. Кузьменко, В. В. Ерёмин. — М. : ОНИКС 21 век, 2001.

7. *Ерыгин, Д. П.* Задачи и примеры по химии с межпредметным содержанием / Д. П. Ерыгин, А. К. Грабовый. — М. : Высшая школа, 1989. — 174 с.

Дополнительная

1. Органическая химия под ред. Н. А. Тюкавкиной — М. : Дрофа, 2004.

2. *Грандберг, И. И.* Органическая химия / И.И. Грандберг. — М. : Дрофа, 2001. (или: *Грандберг, И. И.* Органическая химия / И. И. Грандберг. — М. : Высшая школа, 1987.)

3. *Тюкавкина, Н. А.* Биоорганическая химия. — Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков. — М. : Дрофа, 2004.

4. *Вайзман, Ф.* Основы органической химии / Ф. Вайзман. — СПб, 1995.

5. *Терней, А.* Современная органическая химия: в 2 т. / А. Терней. — М. : Мир, 1981.

6. *Грандберг, И. И.* Практические и семинарские занятия по органической химии / И. И. Грандберг. — М. : Дрофа, 2001.

7. *Тейлор, Г.* Основы органической химии / Г. Тейлор. — М. : Мир, 1989.

8. *Сайкс, П.* Механизмы реакций в органической химии / П. Сайкс. — Химия, 1991.

КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛА

35 ч, 1 ч в неделю

ПОСОБИЕ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ

№ п/п	Тема занятия	Цели занятия	Понятия, вводимые впервые. Химический эксперимент
Тема 1. Краткая история развития органической химии (1 ч)			
1	Красота и утилитарность мира органических веществ. История становления и развития органической химии	Рассмотреть специфику органических соединений. Показать значение органической химии в современном обществе. Ознакомить с этапами формирования органической химии как науки	Элементы-органиогены. Формулы органических веществ. Теория витализма. Теория химического строения
Тема 2. Теория строения органических соединений (4 ч)			
2	Удивительный мир молекул. Пространственное строение органических соединений.	Повторить строение атома углерода. Дать понятие валентного	Свойства ковалентной связи: длина, кратность, энергия связи. Валентный угол.

№ п/п	Тема занятия	Цели занятия	Понятия, вводимые впервые. Химический эксперимент
	С п о с о б ы м о д е л и р о в а н и я и в и з у а л и з а ц и и с т р о е н и я о р г а н и ч е с к и х в е щ е с т в	у г л а , д л и н ы и к р а т н о с т и с в я з и	Компьютерная демонстрация. Строение атома углерода
3	П о н я т и е о м о л е к у л я р н ы х м о д е л я х . Практическая работа 1. Работа с графическими редакторами химических формул	И з у ч и т ь с п о с о б ы м о д е л и р о в а н и я и в и з у а л и з а ц и и с т р о е н и я о р г а н и ч е с к и х в е щ е с т в . П о з н а к о м и т ь с я с г р а ф и ч е с к и м и р е д а к т о р а м и х и м и ч е с к и х ф о р м у л I S I S D R A W , C H E M O f f i c e	М о л е к у л я р н а я м о д е л ь . Х и м и ч е с к и й к о н с т р у к т о р . Демонстрации. В и д ы о р г а н и ч е с к и х м о л е к у л . В и д ы м о л е к у л я р н ы х м о д е л е й
4	С п о с о б ы о т о б р а ж е н и я с т р о е н и я о р г а н и ч е с к и х с о е д и н е н и й н а п л о с к о с т и . В и д ы х и м и ч е с к и х ф о р м у л . Практическая работа 1. Работа с графическими редакторами химических формул	И з у ч и т ь в и д ы с т р у к т у р н ы х ф о р м у л . Ф о р м и р о в а т ь у м е н и я и н а в ы к и с о с т а в л я т ь с т р у к т у р н ы е ф о р м у л ы р а з л и ч н ы х в и д о в с и с п о л ь з о в а н и е м г р а ф и ч е с к и х р е д а к т о р о в	С т р у к т у р н ы е ф о р м у л ы ; г р а ф и ч е с к и е с о к р а щ е н н ы е и с к е л е т н ы е . С т е р е о п р о е к ц и о н н ы е ф о р м у л ы . П р о е к ц и о н н ы е ф о р м у л ы (Н ь ю м е н а , Ф и ш е р а)

5	<p>Многообразие и взаимосвязь соединений мира органических веществ. Явление изомерии. Виды изомерии</p>	<p>Дать представление о явлении изомерии как причине многообразия органических соединений. Изучить типы изомерии. Формировать умение составлять структурные формулы изомерных веществ</p>	<p>Виды изомерии:</p> <ul style="list-style-type: none"> • структурная: изомерия углеродного скелета, положения кратной связи, положения функциональной группы (гетероатома), межклассовая); • пространственная (диастереомерия, энантиомерия). <p>Компьютерная демонстрация. Модели молекул структурных и пространственных изомеров</p>
<p>Тема 3. Классификация и номенклатура органических соединений (3 ч)</p>			
6	<p>Классификация органических соединений</p>	<p>Изучить основные признаки классификации органических соединений (состав, функциональность, свойства). Формировать умение различать по формулам органические соединения</p>	<p>Классы органических соединений: углеводороды (алканы, алкены, алкадиены, алкины, арены); монофункциональные производные углеводородов (галогенпроизводные, спирты, фенолы, амины, альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты)</p>

Продолжение таблицы

№ п/п	Тема занятия	Цели занятия	Понятия, вводимые впервые. Химический эксперимент
7	Виды систематических номенклатур. Заместительная номенклатура ИЮПАК	Рассмотреть виды номенклатур, используемых для названия органических соединений. Изучить принципы заместительной номенклатуры IUPAC. Составить алгоритм построения названия органических соединений	Виды номенклатур. Принципы заместительной номенклатуры IUPAC. Компьютерная демонстрация. Номенклатура органических соединений
8	Практическая работа 2. Моделирование органических молекул	Формировать умения и навыки составлять графические модели органических молекул с помощью графических редакторов химических формул	
Тема 4. Классификация органических реакций (2 ч)			
9	Удивительный мир органических реакций. Органическая химия, как наука о	Повторить знания об электронной природе химических связей. Рассмотреть взаимное влияние	Электронные эффекты: индуктивный, мезомерный. Гомолитический и гетеролитический типы разрыва

	процессах разрыва и образования новых химических связей в молекуле	яние атомов в молекуле. Дать общее понятие об электронных эффектах и способах их обозначения	ковалентной связи. Способы обозначения электронных эффектов
10	Классификация органических реакций	Изучить основные признаки классификации органических реакций (изменения в субстрате, тип реагента). Рассмотреть типы реакций: замещения, присоединения, отщепления, окисления, восстановления	Промежуточные частицы: свободные радикалы, карбатионы и карбанионы. Нуклеофильность и электрофильность. Реакции: замещения (радикального, электрофильного, нуклеофильного), присоединения (радикального, электрофильного, нуклеофильного), отщепления, окисления, восстановления. Компьютерная демонстрация. Реакции органических соединений
Тема 5. Углеводороды (8 ч)			
11	Классификация углеводородов. Углеводороды как скелетная	Формировать представления о химическом, электронном и пространственном строе-	Особенности строения алканов, алкенов, алкадиенов, алкинов.

Продолжение таблицы

№ п/п	Тема занятия	Цели занятия	Понятия, вводимые впервые. Химический эксперимент
	основа других органических соединений	нии углеводородов.Повторить правила номенклатуры ИУРАС на примере названия углеводородов	Компьютерная демонстрация. Образование углеродных цепей и циклов
12	Реакции замещения. Реакции радикального замещения в алканах	Изучить механизм реакций радикального замещения. Развивать умения составлять уравнения химических реакций на примере реакций замещения в алканах	Стадии процесса радикального замещения: зарождение, рост, обрыв цепи. Устойчивость радикалов. Лабораторный опыт 1. Моделирование молекул насыщенных углеводородов, их изомеров
13	Реакции замещения атома водорода в алканах в α -положении. Аллильный радикал. Особенности замещения атома водорода в боковой цепи аренов.	Изучить реакции замещения атома водорода в алканах в α -положении. Дать понятие аллильного радикала. Закрепить умения моделировать органические реакции.	α -положение. Аллильный радикал. Устойчивость аллильного радикала. Боковая цепь. Бензильный радикал. Устойчивость бензильного радикала

	Бензильный радикал	Рассмотреть реакции замещения атома водорода в боковой цепи аренов. Дать понятие бензильного радикала	
14	Реакции электрофильного замещения в ароматических углеводородах	Изучить механизм реакций электрофильного замещения. Дать понятие орто-, пара- и мета-положений, и орто-, пара- и мета-ориентантов. Развивать умения составлять уравнения химических реакций на примере реакций (галогенирование, нитрование, сульфирование, ацилирование) моно- и дизамещения в аренах	Стадии процесса S_E ; π - и σ -комплекс: строение и стабилизация; орто-, пара, мета-положение в монозамещенном бензоле. Галогенирование, нитрование, сульфирование, ацилирование, ацилирование бензола и его гомологов
15	Реакции присоединения. Электрофильное присоединение по кратной связи в алкенах	Рассмотреть механизм реакций электрофильного присоединения на примере реакций алкенов.	Стадии процесса A_E ; π - и σ -комплекс: строение и стабилизация; карбкатион. Галогенирование, гидрирование

Продолжение таблицы

№ п/п	Тема занятия	Цели занятия	Понятия, вводимые впервые. Химический эксперимент
		Развивать умения составлять уравнения химических реакций на примере реакций (гидрирование, галогенирование, гидратация) алкенов	ние, гидрогалогенирование, гидратация алкенов. Несимметричные реагенты. Правило Марковникова
16	Особенности реакций присоединения в ряду диеновых углеводородов. Особенности реакции присоединения в ряду алкинов	Рассмотреть особенности реакций электрофильного присоединения в алкадиенах и алкинах; показать причину обусловленности общности химических свойств диенов, алкинов и алкенов. Ознакомить учащихся с особенностями свойств алкадиенов (реакции 1,2- и 1,4-присоединения, полимеризации, циклоприсоединения) и алкинов. Развивать общие умения	Реакции 1,2- и 1,4-присоединения, полимеризации, циклоприсоединения. Именные реакции в органической химии: реакция Кучерова. Лабораторный опыт 2. Моделирование молекул ненасыщенных углеводородов, их изомеров

17	Реакции окисления ненасыщенных углеводородов с использованием кратных связей	составлять уравнения химических реакций, отражающих химические свойства и способы получения органических соединений	
18	Практическая работа 3. Качественное определение углеводородов	<p>Изучить реакции окисления кратных связей. Рассмотреть влияние условий на продукты реакций. Развивать общие умения составлять уравнения химических реакций, отражающих химические свойства и способы получения органических соединений</p> <p>Повторить правила ТБ при работе в химической лаборатории. Развивать практические умения экспериментально исследовать свойства ненасыщенных углеводородов, проводить наблюдения и анализировать их</p>	<p>Именные реакции в органической химии: реакции Вагнера, Прилежаева. Озонолиз.</p> <p>Демонстрация. Получение ацетилена карбидным способом и испытание его свойств: горение, взаимодействие с растворами брома и перманганата калия</p>
18	Практическая работа 3. Качественное определение углеводородов	<p>Повторить правила ТБ при работе в химической лаборатории. Развивать практические умения экспериментально исследовать свойства ненасыщенных углеводородов, проводить наблюдения и анализировать их</p>	<p>Демонстрация. Физические свойства углеводородов: отложение к воде</p>

Продолжение таблицы

№ п/п	Тема занятия	Цели занятия	Понятия, вводимые впервые. Химический эксперимент
Тема 6. Монофункциональные производные углеводородов (12 ч)			
19	Красота и утилитарность функциональности производных углеводородов. Могут существовать органические синтезы в построении мира органических молекул	Изучить основные функциональные группы. Рассмотреть классификацию монофункциональных производных углеводородов	Функциональные группы: гидроксильная, амина-, карбонильная, карбоксильная, сложнэфирная, амидная
20	Галогенпроизводные углеводородов: классификация, электронное строение	Рассмотреть электронное строение галогенпроизводных углеводородов. Механизм реакций нуклеофильного замещения и элиминирования	Механизм реакций S _N , элиминирования
21	Практическая работа 4. Качественное определение углерода, водорода и хлора в ор-	Закрепить знания о классификации органических соединений. Формировать практические	Качественное определение элементов

	ганических веществах	навыки по качественному определению элементов-органогенов	
22	Химические свойства алканолов: реакции замещения, кислотные свойства, окисление	Рассмотреть химические свойства насыщенных одноатомных спиртов, развивать понятие о взаимном влиянии атомов в молекулах органических веществ, умения составлять и анализировать уравнения химических реакций	Поляризация связей «углерод — кислород» и «кислород — водород» в молекулах спиртов. Компьютерная демонстрация. Строение и свойства спиртов. Реакции нуклеофильного замещения
23	Практическая работа 5. Свойства и сравнительная характеристика одноатомных, многоатомных спиртов и фенолов	Развивать практические умения экспериментально исследовать свойства спиртов, проводить наблюдения и анализировать их	Качественная реакция на гидроксильную группу; качественные реакции на диолы, фенол. Кислотные свойства спиртов
24	Карбонильные соединения: общая характеристика, классифи-	Формировать представления о составе и химическом строении карбонильной функциональной группе.	Демонстрация. Альдегиды, кетоны; енолят-анионы, кето-енольное равновесие.

Продолжение таблицы

№ п/п	Тема занятия	Цели занятия	Понятия, вводимые впервые. Химический эксперимент
	кация, сравнительная характеристика	Формировать умение составлять формулы карбонильных соединений	Производные карбоновых кислот; сложные эфиры, амиды, ангидриды
25	Химические свойства альдегидов и кетонов	Рассмотреть химические свойства альдегидов и кетонов: реакции нуклеофильного присоединения. Формировать умения составлять уравнения реакций, отражающие свойства альдегидов, анализировать их, проводить качественную реакцию на альдегиды	Нуклеофильные реагенты: O, C, N-нуклеофилы; ацетали, полуацетали. Реакции нуклеофильного присоединения: общая схема и представление о механизме
26	Практическая работа 6. Получение и горение уротропина	Закрепить экспериментальные умения и навыки. Формировать навыки осуществления последовательных экспериментальных действий при синтезе вещества	Синтез вещества. Уротропин. Циклические амины

27– 28	Карбоновые кислоты. Реакции этерификации как пример процесса присоединения-отщепления	Формировать представления о химических свойствах карбоновых кислот. Развивать представление об обусловленности химических свойств веществ их химическим строением. Совершенствовать умение составлять уравнения реакций, характеризующих химические свойства карбоновых кислот, экспериментально исследовать свойства органических веществ	Реакция этерификации и пентерификации. Ацильная группа. Механизм реакции присоединения-отщепления
29	Практическая работа 7. Получение сложных эфиров реакцией этерификации	Закрепить знания о способах получения сложных эфиров в лаборатории. Развивать практические умения экспериментально исследовать свойства веществ, проводить наблюдения и анализировать их	Делительная воронка и правила работы с ней. Эфирный слой
30	Понятие об использовании хлорангидридов	Рассмотреть производные карбоновых кислот: анги-	Хлорангидриды. Ангидриды. Ацилирование. Ацили-

№ п/п	Тема занятия	Цели занятия	Понятия, вводимые впервые. Химический эксперимент
	и ангидридов кислот в качестве ацилирующих реагентов. Образование амидов. Пептиды	дrides и хлорангидриды. Дать понятие механизма реакции ацилирования	рующие агенты. Ацильная группа
Тема 7. Гетерофункциональные соединения (углеводы и аминокислоты) (5 ч)			
31	Важнейшие биомолекулы: углеводы как поли- и гетерофункциональные соединения	Формировать представление об углеводах как полифункциональных органических соединениях. Развивать навыки моделирования свойств полигетерофункциональных соединений на основе знания свойств соответствующих монофункциональнозамещенных углеводов. Формировать умения составлять уравнения химических реакций, отражаю-	Полигетерофункциональные соединения. Гликозид. Полуацетальный атом водорода. Моделирование свойств. Лабораторный опыт 3. Свойства глюкозы: отношение к гидроксиду меди(II) и аммиачному раствору оксида серебра

		щих химические свойства углеводов, анализировать свойства углеводов, исходя из их строения	
32	Важнейшие биомолекулы: аминокислоты и жиры как поли- и гетерофункциональные соединения	Формировать представление об аминокислотах как бифункциональных и амфотерных органических соединениях. Формировать умения составлять уравнения химических реакций, отражающих химические свойства аминокислот, анализировать свойства аминокислот, исходя из их строения	Бетаин. Моделирование свойств
33	Лабораторное занятие 4. Конструирование белковых молекул	Закрепить экспериментальные навыки компьютерного моделирования органических молекул	
34	Практическая работа 8. Решение экс-	Совершенствовать умения экспериментально исследовать	Алгоритм качественного распознавания органических веществ

Окончание таблицы

№ п/п	Тема занятия	Цели занятия	Понятия, вводимые впервые. Химический эксперимент
	периментальных задач на распознавание органических веществ	Доводить свойства органических веществ	
35	Практическая работа 9. Щелочной гидролиз жиров (получение мыла); свойства белков молока	Закрепить экспериментальные навыки исследования свойства органических веществ на примере гидролиза жиров и осаждения белков молока. Повторить значение аминокислот и жиров в жизнедеятельности человека	Омыление. Жидкое мыло. Твёрдое мыло

МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

1. Практические работы

Практическое занятие № 1.

Работа с графическими редакторами химических формул (2 ч)

Цель: освоить навыки работы с графическими химическими редакторами.

Оборудование: компьютер; графические редакторы ISIS DRAW, CHEM Office.

Задачи:

1. Нарисовать с помощью редакторов 6–7 формул различных веществ (по заданию преподавателя).

2. Для заданных веществ привести формулы структурных и пространственных изомеров.

3. Перевести плоское изображение в объёмное (3D-приложение CHEM Office).

4. Записать с помощью химического редактора схему предложенной реакции.

Пояснение. Каждый ученик получает индивидуальное задание для выполнения его за компьютером. В зависимости от оснащённости класса компьютерной техникой моделируется реальная структура и структура практического занятия. Отчёт о работе представляется в электронном виде. По окончании занятия ученик получает индивидуальное задание, которое выполняется в течение года и защищается в виде презентации перед классом.

Практическое занятие № 2.

Моделирование органических молекул (1 ч)

Работа проводится с использованием программного продукта «Наставник».

В этой работе вам необходимо собрать три модели молекулы углеводородов. Для этого нужно вначале вы-

брать необходимое количество атомов углерода и водорода (в соответствии с молекулярной формулой вещества, названного в задании), а затем выстроить из них структуру заданного соединения, перетаскивая атомы один за другим на рабочее пространство и по порядку присоединяя их к строящейся молекуле.

При построении структуры нужно пользоваться следующими **правилами**:

1) атомы можно перетаскивать на рабочее пространство только по одному. Другими словами, очередной атом можно взять из выбранного набора лишь в том случае, если на рабочем пространстве есть только фрагмент молекулы, которую вы собираете, или единственный, самый первый атом этого фрагмента;

2) сначала выстраивается углеродная цепь, и лишь затем к ней присоединяются атомы водорода. Поэтому вначале нужно выбрать атомы углерода;

3) углеродную цепь молекулы располагают таким образом, что атом углерода, получающий первый номер, находится с левого края. Вначале выстраивают главную цепь, затем добавляют к ней заместители, а после этого присоединяют атомы водорода.

4) чтобы получить двойную или тройную связь, нужно при установке очередного атома указать количество связей между ним и предыдущим, уже находящимся в составе строящегося фрагмента.

Если структура выстроена правильно, по завершении вы увидите анимацию трёхмерной модели собранной вами молекулы.

Практическое занятие № 3.

Качественное определение углеводов (1 ч)

Работа проводится с использованием программного продукта «Наставник».

Опыт 1. В трёх пронумерованных пробирках находятся гексан, гексен-1 и бромэтан. Определить, в какой пробирке находится каждое из исследуемых веществ.

В этом задании нужно определить содержимое каждой пробирки при помощи только одной качественной реакции, проводящейся со всеми исследуемыми веществами по очереди, а затем дополнительно подтвердить наличие галогенпроизводного с помощью другой реакции.

Помните:

1) абсолютное большинство углеводов — как предельных, так и непредельных — имеют плотность меньше, чем у воды;

2) многие галогенпроизводные углеводов тяжелее воды;

3) как углеводороды, так и галогенпроизводные углеводов являются малополярными веществами, плохо смешивающимися с водой, но хорошо растворяющими другие малополярные и неполярные вещества («подобное растворяется в подобном»);

4) в отличие от углеводов и их галогенпроизводных спирты хорошо растворимы в воде;

5) пробирки нагревают на пламени спиртовки или водяной бани, закрепив в держатель или лапку лабораторного штатива; конические колбы и стаканы — на электроплитке или водяной бани.

Опыт 2. При помощи качественной реакции различить опытным путём бензол и толуол.

В этом задании положительную качественную реакцию даёт только одно вещество из двух, второе определяется методом исключения.

Помните:

1) как бензол, так и толуол содержат ароматическое кольцо и поэтому дают реакции, характерные для класса аренов;

2) пробирки нагревают на пламени спиртовки или водяной бани, закрепив в держатель или лапку лабораторного штатива; конические колбы и стаканы — на электроплитке или водяной бани.

Опыт 3. Используя предложенные реактивы, получить пентен-1 и доказать, что он является ненасыщенным углеводородом.

Вам необходимо выбрать исходное органическое вещество, а также необходимый неорганический реагент (реагенты) для синтеза пентена-1, затем получить этот углеводород и провести с ним качественную реакцию на алкены. При выборе исходного вещества обращайтесь внимание не только на принципиальную возможность получения из него пентена-1, но и на то, какие именно реагенты вам предоставлены.

Помните:

1) углеводороды с невысокой молярной массой являются довольно летучими веществами и их часто можно выделять из реакционной смеси отгонкой;

2) пробирки нагревают на пламени спиртовки или водяной бани, закрепив в держатель или лапку лабораторного штатива; конические колбы и стаканы — на электроплитке или водяной бани;

3) все требующиеся для работы реагенты (как для синтеза, так и для проведения качественной реакции) необходимо выбрать на складе до начала синтеза.

Практическое занятие № 4.

Качественное определение углерода, водорода и хлора в органических веществах (1 ч)

Цель: экспериментально доказать наличие углерода, водорода и хлора в органических веществах.

Реактивы: крахмал или сахароза, оксид меди(II), безводный сульфат меди (II), известковая вода, медная проволока, тетрахлорметан.

Опыт 1. Определение углерода и водорода. Небольшое количество крахмала или сахарозы (0,5–1 г) тщательно смешать с порошком оксида меди(II) (~ 0,5 г). Полученную смесь поместить в пробирку, которую затем горизонтально закрепить в штативе. Ближе к отверстию поместить кусочек ваты. На вату насыпать порошок безводного

сульфата меди(II). После этого закрыть пробирку пробкой с газоотводной трубкой. Конец газоотводной трубки поместить в пробирку с известковой водой. Прогреть всю пробирку, затем смесь осторожно нагреть.

Отметить, какие изменения произошли с сульфатом меди(II) и известковой водой. Объяснить причину этих изменений.

Опыт 2. Определение хлора (проба Бейльштейна). Медную проволоку укрепить в корковой пробке и прокалить в пламени спиртовки до устранения посторонней окраски пламени. Остывшую проволоку опустить в органическое вещество, содержащее хлор, затем проволоку внести в пламя спиртовки.

Отметить цвет пламени спиртовки.

Так можно определить все галогены, кроме фтора. В отличие от других летучих галогенидов меди(I), которые окрашивают пламя спиртовки, фторид меди(I) нелетуч.

Практическое занятие № 5.

Свойства и сравнительная характеристика одноатомных, многоатомных спиртов и фенолов (1 ч)

В а р и а н т I

Опыт 1. Растворимость спиртов в воде

Реактивы: этиловый и изоамиловый спирты.

В две пробирки налить по 0,5 см³ спиртов, отметить запах. В каждую пробирку добавить по 1 см³ воды и встряхнуть содержимое пробирок. Записать наблюдения. Сделать вывод о растворимости спиртов.

Опыт 2. Окисление алифатических спиртов хромовой смесью

Реактивы: этиловый и изоамиловый спирты, хромовая смесь.

В 2 пробирки налить по 2 см³ хромовой смеси и по каплям при встряхивании добавить в одну пробирку эти-

ловый спирт, в другую — изоамиловый. Отметить изменение цвета в пробирках. Сравнить запах в данном опыте с запахом в предыдущем.

До каких соединений могут окисляться первичные спирты?

Составить уравнения реакций, расставить коэффициенты методом электронного баланса или методом полуреакций.

Опыт 3. Образование глицерата меди(II)

Реактивы: глицерин, растворы гидроксида натрия и сульфата меди(II).

В пробирку налить 1–2 см³ раствора гидроксида натрия, к нему прилить 0,5–1 см³ раствора сульфата меди(II), к полученному осадку добавить ~ 1 см³ глицерина.

Что происходит с осадком?

Как изменяется цвет реакционной смеси?

Пояснить признаки реакции, составить уравнение.

Опыт 4. Кислотные свойства фенола

Реактивы: водная эмульсия фенола, раствор гидроксида натрия, соляная кислота или раствор серной кислоты.

К водной эмульсии фенола прилить раствор гидроксида натрия до образования прозрачного раствора. Затем к полученному раствору по каплям добавить соляную кислоту или раствор серной кислоты до образования эмульсии. Отметить признаки процессов, пояснить их. Составить уравнения реакций. Сравнить кислотные свойства фенола и алифатических спиртов, фенола и минеральных кислот.

Вариант II

Опыт 1. Кислотные свойства алифатических спиртов

Реактивы: этиловый и изоамиловый спирты, металлический натрий (находится на столе учителя), раствор фенолфталеина.

В две пробирки налить по 0,5 см³ этилового и изопропилового спиртов. **Учитель или лаборант** помещает

в каждую по небольшому кусочку металлического натрия. Отметить, в какой пробирке реакция протекает интенсивнее. После прекращения реакции (по какому признаку можно сделать вывод об окончании реакции?) к образовавшемуся алкоголяту прилить воду до растворения алкоголята, а затем добавить несколько капель фенолфталеина.

Составить уравнения протекающих реакций, отметить признаки реакций, пояснить их.

Опыт 2. Окисление алифатических спиртов оксидом меди(II)

Реактивы: этиловый и изоамиловый спирты, медная проволока, скрученная в спираль.

Налить в две пробирки по 1 см³ спирта. В пламени спиртовки прокалить медную спираль и быстро погрузить её в пробирку с этиловым спиртом. Повторить действие несколько раз. Отметить запах.

Что происходит с медной спиралью?

Проделать то же с изоамиловым спиртом.

Составить уравнения реакций, расставить коэффициенты методом электронного баланса.

Опыт 3. Качественная реакция на фенол

Реактивы: водная эмульсия фенола, раствор хлорида железа(III).

В пробирку с водной эмульсией фенола добавить 2–3 капли раствора хлорида железа(III).

Что происходит?

Составить уравнение реакции.

Опыт 4. Взаимодействие фенола с бромной водой

Реактивы: водная эмульсия фенола, бромная вода.

В пробирку с водной эмульсией фенола добавить при постоянном взбалтывании бромную воду до образования осадка. Составить уравнение реакции, назвать образующийся продукт.

Результаты работы оформить в виде таблицы.

Реактивы. Последовательность действий	Наблюдения	Уравнения реакций. Пояснения
Опыт 1. Растворимость спиртов в воде		
...

Практическое занятие № 6.

Получение и горение уротропина (1 ч)

Реактивы: формалин, водный раствор аммиака.

Оборудование: фарфоровая чашка, весы, мерный цилиндр, электрическая плитка, водяная баня.

В предварительно взвешенную (тарированную) фарфоровую чашку поместить 5–7 см³ формалина (водный раствор формальдегида) и взвесить. При перемешивании стеклянной палочкой добавить избыток концентрированного раствора аммиака до появления ясного исчезающего запаха последнего. Затем чашку осторожно нагреть на плитке и выпарить при перемешивании до небольшого объёма. Затем перенести чашку на кипящую водяную баню и выпарить досуха. Чашку с сухим остатком взвесить и определить выход продукта реакции — уротропина.

Уротропин в виде прессованных таблеток применяется в быту как твёрдое горючее под названием «сухой спирт». Если полученный продукт поместить в тигелёк и зажечь, то он будет гореть достаточно долгое время. Таким образом данная структура по сути дела является «хранилищем» энергии, которая и выделяется в процессе горения.

Практическое занятие № 7.

Получение сложных эфиров реакцией этерификации (1 ч)

Реактивы: этиловый и изоамиловый спирты, органические кислоты: муравьиная, уксусная, концентрированная серная кислота (находится на столе учителя).

В две большие пробирки налить по 1 см³ кислоты (уксусной, или муравьиной, или другой органической кислоты), добавить в одну такой же объём этилового спирта, в другую — изоамилового. Затем в обе пробирки **учитель или лаборант** приливает по несколько капель концентрированной серной кислоты. Пробирки поместить в нагретую водяную баню. Через 10–15 минут прилить к реакционной смеси в каждой пробирке 3–5 см³ горячей воды — образовавшийся сложный эфир всплывает на поверхность. Отметить запах эфира в каждой из пробирок.

Отделить эфир от воды при помощи делительной воронки.

Составить уравнения реакций.

Практическое занятие № 8.

Решение экспериментальных задач

на распознавание органических веществ (1 ч)

Работа проводится с использованием программного продукта «Наставник».

Опыт 1. Доказать опытным путём, что уксусная кислота проявляет кислотные свойства.

Помните:

для экспериментального доказательства какого-либо свойства нужно провести химическую реакцию, при которой наблюдается характерный внешний признак: выделение газа, выпадение осадка, изменение окраски и т.д.

Опыт 2. Доказать опытным путём, что раствор в пробирке содержит многоатомный спирт.

Помните:

в некоторых случаях реактивы, необходимые для проведения качественной реакции, нужно получать непосредственно перед этим из других веществ, так как они неустойчивы при хранении.

Опыт 3. В двух пронумерованных пробирках находятся растворы фенола и этанола. Определить, в какой пробирке находится каждое из исследуемых веществ.

В данном опыте допускается использование только одной качественной реакции из двух и определение второго вещества методом исключения.

Помните:

реакции кислот, воды и водных растворов со щелочными металлами по правилам техники безопасности нельзя проводить в пробирках, так как возможно воспламенение или даже взрыв с разбрызгиванием едких веществ.

Опыт 4. В двух пронумерованных пробирках находятся растворы ацетата натрия и мыла. Определить, в какой пробирке находится каждое из исследуемых веществ.

Помните:

высшие (т.е. содержащие много атомов углерода в цепи) карбоновые кислоты плохо растворимы в воде, так как большая часть их молекулы неполярна. Соли высших карбоновых кислот растворимы лучше, поскольку имеют ионное строение.

Опыт 5. Доказать опытным путём, что в состав растительного масла входит остаток глицерина.

Растительное масло представляет собой жир с высоким содержанием остатков непредельных жирных кислот. Для выделения из него глицерина необходимо провести предварительную химическую реакцию (какую?). Для реакции следует брать небольшое количество (несколько капель) жира, поскольку иначе результат качественной пробы на глицерин будет не так хорошо заметен.

Помните:

1) пробирки нагревают на пламени спиртовки или водяной бане, закрепив в держатель; конические колбы и стаканы — на электроплитке или водяной бане. Нагревание пробирок на электроплитке приводит к неравномерному нагреву и разбрызгиванию содержимого;

2) в некоторых случаях реактивы, необходимые для проведения качественной реакции, нужно получать непосредственно перед этим из других веществ, так как они неустойчивы при хранении.

Практическое занятие № 9.
Щелочной гидролиз жиров (получение мыла).
Свойства белков молока (1 ч)

Опыт 1. Гидролиз (омыление) жира

Реактивы: вода, раствор гидроксида натрия, подсолнечное масло.

Оборудование: пробирка, пробиркодержатель, спиртовка, центры кипения, стеклянная палочка.

В пробирку налить 1 см³ воды и 2–3 капли подсолнечного масла. Пробирку встряхнуть до получения водной эмульсии жира. Добавить несколько капель раствора гидроксида натрия. Смесь нагреть до образования прозрачного раствора (~ 5–6 мин). Омыление считают законченным, если взятая стеклянной палочкой капля жидкости полностью растворится в дистиллированной воде с образованием обильной пены при встряхивании.

Составить уравнения реакции. Пояснить наблюдения.

Опыт 2. Качественное определение содержания белка в молоке

Реактивы: концентрированная азотная кислота (на столе учителя).

Оборудование: пробирка.

К пробе молока учитель или лаборант добавляет концентрированную азотную кислоту.

Ключ. Качественная реакция на белки («ксантопротеиновая реакция») — появление жёлтого осадка.

Опыт 3. Определение качества пастеризации молока

Пастеризацией предусматривается уничтожение патогенных микроорганизмов ферментов, которые ухудшают качество молока.

Реактивы: 20 см³ дистиллированной воды и 0,1М раствор серной кислоты.

Оборудование: два стеклянных стаканчика, фильтровальная бумага, воронка, пипетка, прибор для нагревания.

К пробе молока добавить 20 см³ дистиллированной воды. По каплям добавить 0,1М раствор H₂SO₄ до образования хлопьев казеина. Отфильтровать. Фильтрат нагреть до кипения.

Ключ. В сыром молоке вновь появляются хлопья казеина.

Определить степень пастеризации в исследуемой пробе.

Предположить возможные причины фальсификации разных проб.

2. Лабораторные опыты

Лабораторный опыт 1. Моделирование молекул насыщенных углеводов, их изомеров

Работа проводится с использованием программного продукта «Наставник».

В этой работе вам необходимо собрать три модели молекул насыщенных углеводов. Для этого нужно вначале выбрать необходимое количество атомов углерода и водорода (в соответствии с молекулярной формулой вещества, названного в задании), а затем выстроить из них структуру заданного соединения, перетаскивая атомы один за другим на рабочее пространство и по порядку присоединяя их к строящейся молекуле.

При построении структуры нужно пользоваться следующими **правилами**:

1) атомы можно перетаскивать на рабочее пространство только по одному. Другими словами, очередной атом можно взять из выбранного набора лишь в том случае, если на рабочем пространстве есть только фрагмент молекулы, которую вы собираете, или единственный, самый первый атом этого фрагмента;

2) сначала выстраивается углеродная цепь, и лишь затем к ней присоединяются атомы водорода. Поэтому вначале нужно выбирать атомы углерода;

3) углеродную цепь молекулы располагают таким образом, что атом углерода, получающий первый номер, находится с левого края. Вначале выстраивают главную цепь, затем добавляют к ней заместители, а после этого присоединяют атомы водорода.

Лабораторный опыт 2. Моделирование молекул ненасыщенных углеводородов, их изомеров

Работа проводится с использованием программного продукта «Наставник».

В этой работе вам необходимо собрать три модели молекул ненасыщенных углеводородов. Для этого нужно вначале выбрать необходимое количество атомов углерода и водорода (в соответствии с молекулярной формулой вещества, названного в задании), а затем выстроить из них структуру заданного соединения, перетаскивая атомы один за другим на рабочее пространство и по порядку присоединяя их к строящейся молекуле.

При построении структуры нужно пользоваться следующими **правилами**:

1) атомы можно перетаскивать на рабочее пространство только по одному. Другими словами, очередной атом можно взять из выбранного набора лишь в том случае, если на рабочем пространстве есть только фрагмент молекулы, которую вы собираете, или единственный, самый первый атом этого фрагмента;

2) сначала выстраивается углеродная цепь, и лишь затем к ней присоединяются атомы водорода. Поэтому вначале нужно выбирать атомы углерода;

3) углеродную цепь молекулы располагают таким образом, что атом углерода, получающий первый номер, находится с левого края. Вначале выстраивают главную цепь, затем добавляют к ней заместители, а после этого присоединяют атомы водорода;

4) кратная связь рисуется добавлением ещё одной связи к уже существующей.

**Лабораторный опыт 3. Свойства глюкозы:
отношение к гидроксиду меди(II)
и аммиачному раствору оксида серебра**

Реактивы: раствор глюкозы, раствор гидроксида натрия, раствор сульфата меди(II).

Опыт 1. Отношение глюкозы к гидроксиду меди(II)

В пробирку налить 1 см³ раствора глюкозы, прилить 1 см³ раствора гидроксида натрия, затем по каплям прибавить раствор сульфата меди.

Что происходит?

Пояснить наблюдения.

Затем реакционную смесь нагреть до кипения.

Что происходит?

Составить уравнения реакций взаимодействия глюкозы с гидроксидом меди(II) без нагревания и при нагревании.

Опыт 2. Отношение глюкозы к аммиачному раствору оксида серебра

В пробирке приготовить аммиачный раствор оксида серебра, добавить к нему раствор глюкозы и поместить в горячую водяную баню.

Что происходит?

Составить уравнения реакции.

Результаты работы оформить в виде таблицы.

Реактивы. Последовательность действий	Наблюдения	Уравнения реакций. Пояснения
Опыт 1. Отношение глюкозы к гидроксиду меди(II)		
...

Лабораторный опыт 4.

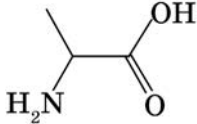
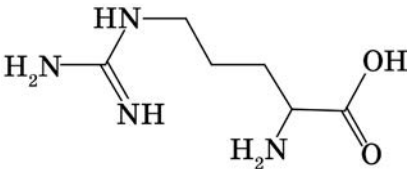
Конструирование белковых молекул

Работа проводится с использованием программного продукта «Наставник».

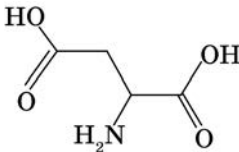
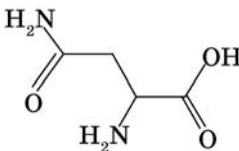
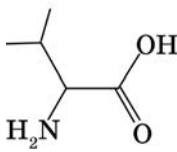
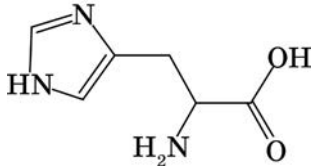
Задание. Из предлагаемых вам аминокислот собрать модель молекулы полипептида, пользуясь сокращенной записью его первичной структуры.

В этой работе вам нужно собрать три модели молекулы полипептида, пользуясь набором из 20 природных аминокислот. Для этого вначале надо выбрать из списка однобуквенные сокращенные названия тех аминокислот, остатки которых входят в состав данного полипептида, а затем выстроить его структурную формулу (первичную структуру), соединяя эти аминокислоты правильным образом. Для справок можно пользоваться данными таблицы 1. По завершении сборки вы сможете просмотреть, как будет выглядеть вторичная структура этого полипептида.

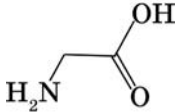
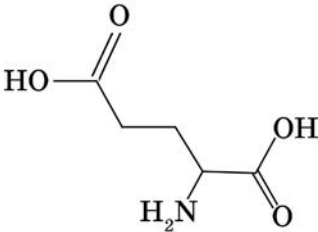
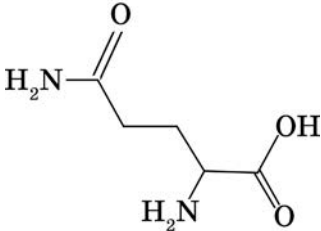
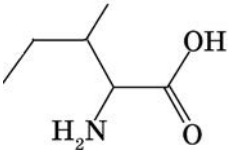
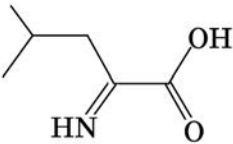
Таблица 1. Названия, структурные формулы и сокращённые обозначения 20 важнейших аминокислот

Название	Формула	Сокращённое обозначение	
		трёхбук- венное	однобук- венное
Аланин		Ala	A
Аргинин		Arg	R

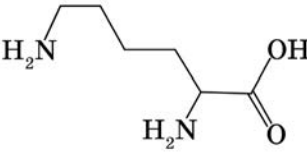
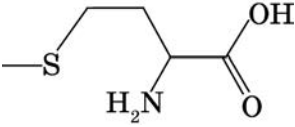
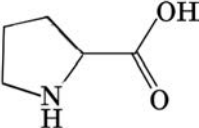
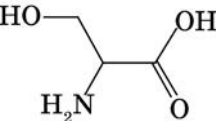
Продолжение таблицы 1

Название	Формула	Сокращённое обозначение	
		трёхбук- венное	однобук- венное
1	2	3	4
Аспара- гиновая кислота		Asp	D
Аспара- гин		Asn	N
Валин		Val	V
Г и с т и - д и н		His	H

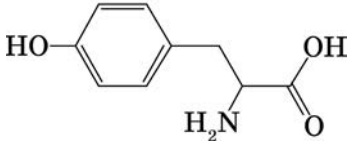
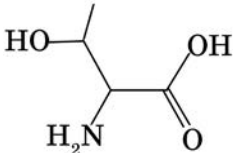
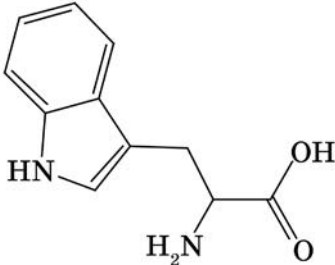
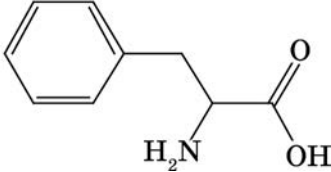
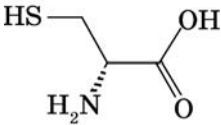
Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Глицин		Gly	G
Г л у т а - миновая кислота		Glu	E
Г л у т а - мин		Gln	Q
Изолей- цин		Ile	I
Лейцин		Leu	L

Продолжение таблицы 1

Название	Формула	Сокращённое обозначение	
		трёхбуквенное	однобуквенное
1	2	3	4
Лизин		Lys	K
Метионин		Met	M
Пролин		Pro	P
Серин		Ser	S

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
Тирозин		Tyr	Y
Треонин		Thr	T
Трипто- фан		Trp	W
Фенила- ланин		Phe	F
Цистеин		Cys	C

3. Демонстрационный эксперимент

Тема «Строение органических соединений»

Демонстрации

Анимация: строение атома углерода.

Анимации: виды молекулярных моделей.

Анимации: модели молекул структурных и пространственных изомеров.

Анимации: реакции органических соединений.

Тема «Углеводороды»

Демонстрации

1. Анимация: образование углеродных цепей и циклов.

2. **Физические свойства углеводородов: отношение к воде.**

Реактивы: гексан, бензин, масло растительное

Опыт. Отношение к воде

В три пробирки налить по 1 см³ воды. В каждую пробирку добавить 2–3 капли каждого из веществ, отметить признак. Тщательно встряхнуть, дать отстояться. Записать и пояснить наблюдения.

3. **Получение ацетилена карбидным способом и испытание его свойств: горение, взаимодействие с растворами брома, перманганата калия, аммиачного раствора оксида серебра(I).**

Реактивы: карбид кальция (кусочки), раствор перманганата калия, водно-спиртовой раствор иода, вода (насыщенная), раствор нитрата серебра, раствор аммиака.

Оборудование: пробирки, газоотводная трубка.

Опыт 1. Получение ацетилена

Подготовить пробирки с растворами перманганата калия и брома.

В сухую пробирку, закреплённую в пробиркодержателе, поместить несколько кусочков карбида, прилить 1–2 см³ воды, быстро закрыть пробкой с газоотводной трубкой, конец которой поместить последовательно в пробирки с растворами перманганата калия, брома, аммиачного раствора оксида серебра(I).

Опыт 2. Отношение ацетилен к раствору иода и водному раствору перманганата калия

Выделяющийся газ пропустить сначала через раствор бромной воды, а затем через раствор перманганата калия до полного исчезновения окраски в каждой пробирке. Сделать выводы об отношении этилена к растворам галогенов и слабых окислителей.

Опыт 3. Получение металлических производных ацетилена — ацетиленидов

В пробирку налить 1–2 см³ раствора нитрата серебра и прибавить по каплям раствор аммиака до полного растворения образующегося осадка оксида серебра(I). Через полученный прозрачный бесцветный раствор пропустить ацетилен. Выпавший желтовато-серый осадок ацетиленида серебра отфильтровать на бумажном фильтре, промокнуть фильтровальной бумагой и поместить на плитку (вместе с бумагой) (тяга!). Ацетиленид разлагается со взрывом.

Опыт 4. Горение ацетилена

После пропускания выделяющегося газа через растворы брома, перманганата калия, аммиачного раствора оксида серебра(I) перевернуть пробирку газоотводной трубкой вверх, поджечь у выходного отверстия выделяющийся газ. Обратит внимание на цвет пламени. Внести в пламя предметное стекло или крышку от фарфорового тигля.

Появляется ли на нём сажа?

Составить уравнения реакций. Отметить наблюдаемые признаки, объяснить их. Сделать вывод о химической активности ацетилена.

Тема «Монофункциональные производные углеводов»

Демонстрации

1. Анимация: строение и свойства спиртов. Реакции нуклеофильного замещения.

2. Кето-енольное равновесие (ацетон, фенол (резорцин), этанол, ацетоуксусный эфир).

Реактивы: спиртовые растворы фенола, резорцина, ацетона и ацетоуксусного эфира, водный раствор хлорида железа(III).

В пробирки со спиртовыми растворами фенола, резорцина, ацетона и ацетоуксусного эфира добавить по 5–6 капель раствора хлорида железа(III).

Что происходит?

Пояснить наблюдение.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Примеры использования алгоритмов на факультативных занятиях по химии в 11 классе

Объяснение нового материала

В зависимости от подготовки класса урок можно построить либо по дедуктивному, либо по индуктивному методу.

1. Пример алгоритма, построенного по дедуктивному методу

По сути дела — это традиционный способ изложения материала при изучении органической химии: от общего к частному, от общих положений к конкретным выводам, от строения к свойствам веществ.

Алгоритм к уроку

«Физические и химические свойства алкенов»

Схема оформляется поэтапно, либо на компьютере с использованием мультимедийного проектора, либо на магнитной или обычной доске.

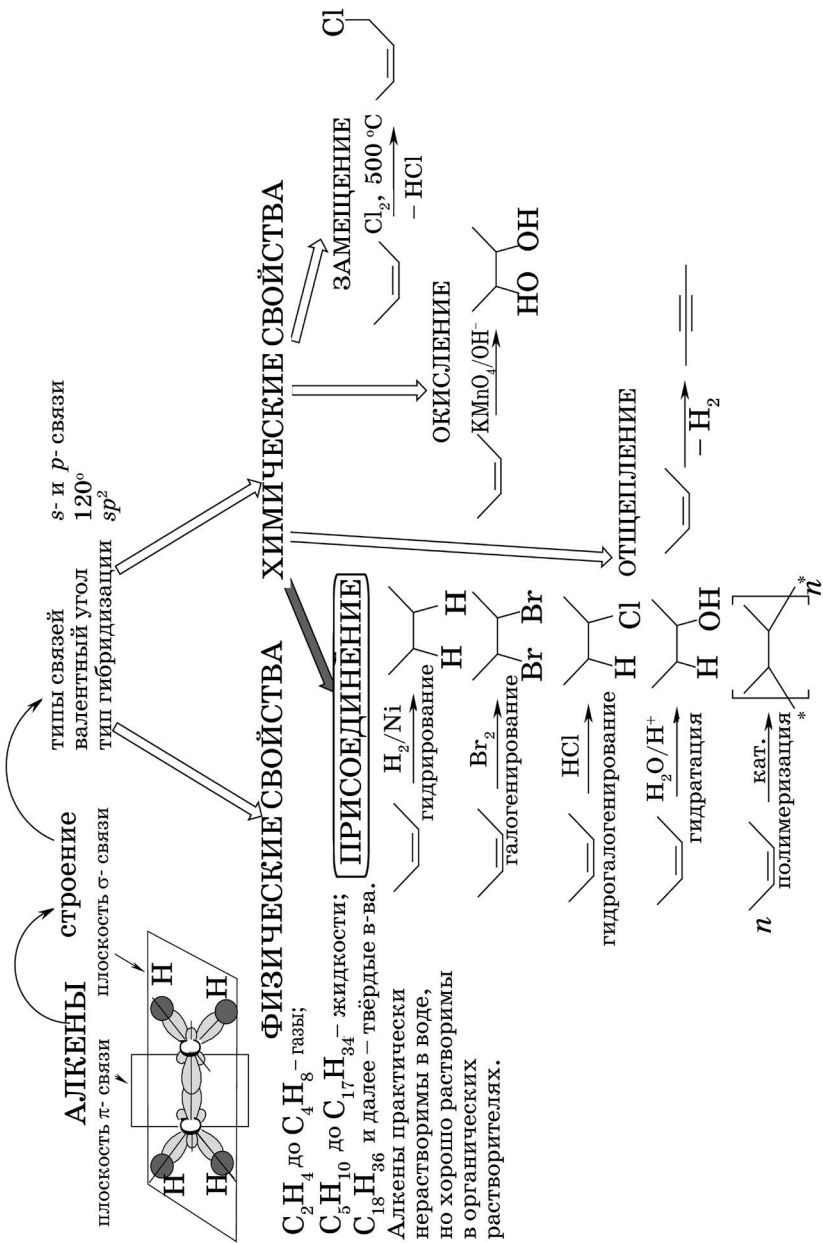
Опорная схема (см. с. 56).

Изучение нового материала проводится поэтапно: от строения алкенов к их свойствам. Весь материал фиксируется учащимися либо в тетрадях, либо на отдельных листах с заготовками схемы. Возможно построение схемы на компьютере.

2. Пример алгоритма, построенного по индуктивному методу

При индуктивном способе рассуждений вначале накапливаются конкретные факты (данные), относящиеся к свойствам изучаемого явления. Затем эти данные обобщаются в форме качественного предположения о сущности механизма явления, т.е. высказывается модельная гипотеза.

Опорная схема



На основе изучения модели делают обобщающий вывод о существовании неких количественных химических принципов, управляющих явлением. Путём обобщения химических принципов формулируют соответствующие выводы. Таков схематический путь рассуждений — от частного к общему.

В курсе органической химии это необычный подход к изучению материала. Предложенная схема заполняется с конца, отражая взаимосвязь «*свойства — строение веществ*».

Алгоритм к уроку «Физические и химические свойства алканов»

Учащиеся получают задание построить цепь в логической последовательности: свойства алканов → строение алканов.

Возможная схема

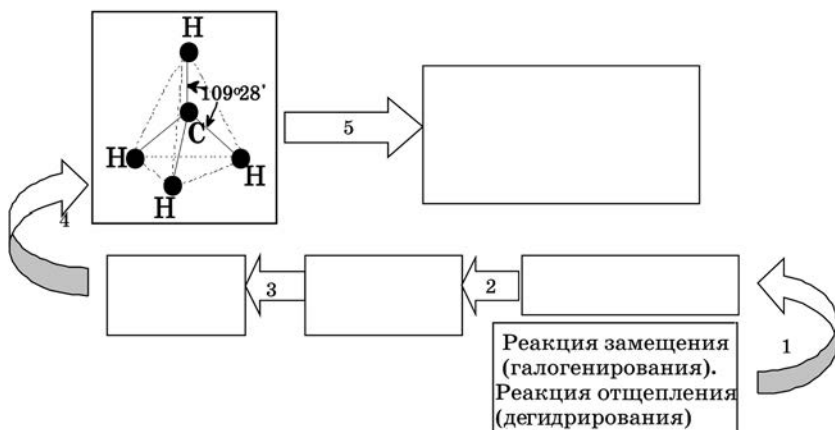


Схема после заполнения её учащимися



2. Занятие по теме «Спирты и фенолы» — урок-«ВЕРТУШКА»

Одной из целей данного занятия является химико-методическая пропедевтика, способствующая профессиональной ориентации на профессию преподавателя. Ученики, посещающие факультативные занятия, готовятся к проведению урока по соответствующей теме для учащихся 11 класса, обучающихся по базовой программе. При проведении урока ученики, посещающие факультативные занятия, выступают в роли консультантов-экспертов.

Цель: обобщить и закрепить знания учащихся по теме «Одноатомные, многоатомные спирты и фенолы».

Задачи: повышение мотивации к изучению химии, активизация познавательной деятельности, развитие коммуникативных навыков.

О проведении занятия такого типа учащимся сообщается заранее. Учитель информирует учеников о содержании вопросов, которые будут обсуждаться на уроке, а также о типах заданий, которые должны будут выполняться

самостоятельно, об организации фронтальной, групповой и индивидуальной работы и методике контроля результатов их выполнения. Накануне учащиеся получают перечень вопросов, по которым они должны будут повторить содержание учебного материала по теме «Одноатомные, многоатомные спирты и фенолы».

Каждый консультант-эксперт получает карточку эксперта, которую заполняет в ходе зачёта.

Карточка эксперта

Тема зачёта _____

Стол _____

Эксперт _____

№	Фамилия, имя ученика	Номер вопроса	Оценка	Дополнитель- ный вопрос	Оценка	Итоговая оценка	Замечания
1							
2							
3							
4							

Предлагаемый материал рассчитан на класс (или группу) из 25 человек (не считая экспертов).

Весь материал разбивается по отдельным блокам на пять частей, составляются соответственно пять групп ана-

логичных вопросов, охватывающих различные характеристики класса вещества, а именно:

1. Номенклатура и изомерия.
2. Строение.
3. Свойства: реакции замещения и отщепления.
4. Свойства: реакции окисления.
5. Качественные реакции: а) одноатомные спирты; б) многоатомные спирты; в) фенолы.

Для проведения урока желательно объединить два урока. За это время каждый учащийся должен побывать за каждым из столов и ответить на вопросы различных типов, характеризующие представителей одноатомных, многоатомных спиртов и фенолов. Эта задача выполняется с помощью карточки участника, которая перед проведением урока раздаётся каждому участнику и имеет следующий вид:

Номер хода	Стол	Номер вопроса
1	А	1
2	С	3
3	В	5
4	Е	4
5	Д	2

Сначала ученик, получивший эту карточку, находит стол «А» и выполняет задание № 1. Затем вторым ходом он идет к столу «С» и выполняет задание № 3, далее за столом «В» выполняет задание № 5 и т.д. На работу за каждым столом отводится определённое время ($90/5 = 18$ мин). Переходы по маршруту, указанному в карточке

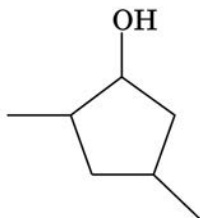
участника, осуществляются всеми учащимися одновременно по команде учителя (вариант набора карточек для класса из 25 человек приводится на с. 67–68).

По окончании урока учитель с консультантами-экспертами анализируют работу каждой группы, отмечает, какие задания у учащихся вызвали затруднения. Карточки эксперта сдаются учителю. Итоговые отметки за урок выставляет преподаватель вместе с экспертами. На следующем уроке он объявляет их и анализирует результаты зачётного занятия. Таким образом, каждый учащийся класса получает несколько отметок (по одной за каждым столом).

*Дидактический материал к уроку-«вертушка»
по теме «Спирты и фенолы»*

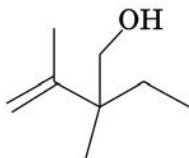
Стол А. Изомерия и номенклатура

1. А. Дайте название по систематической заместительной номенклатуре IUPAC соединению:



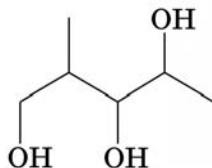
Б. Составьте структурную формулу вещества: 2,3,5-триметилгексан-3,4-диол

2. А. Дайте название по систематической заместительной номенклатуре IUPAC соединению:



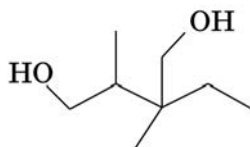
Б. Составьте структурную формулу вещества: 4-этил-циклогексан-1,3-диол

3. А. Дайте название по систематической заместительной номенклатуре IUPAC соединению:



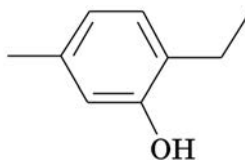
Б. Составьте структурную формулу вещества: 2,3-диметилпент-2-ен-1-ол

4. А. Дайте название по систематической заместительной номенклатуре IUPAC соединению:



Б. Составьте структурную формулу вещества: 3,4-диметилфенол

5. А. Дайте название по систематической заместительной номенклатуре IUPAC соединению:

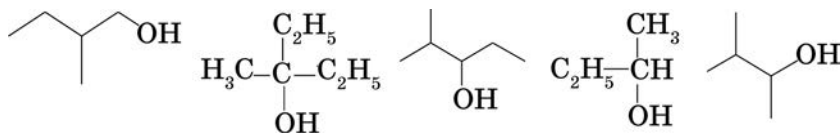


Б. Составьте структурную формулу вещества: 2,4-диметил-3-этилпентан-3-ол.

Возможные альтернативные или дополнительные вопросы

1. Виды изомерии и виды номенклатуры для вещества состава C₅H₁₂O.

2. Найдите изомеры и гомологи изоамилового спирта, назовите каждое вещество.



3. Номенклатура и изомерия на примере трёхатомного спирта с шестью атомами углерода.

4. Составьте структурные формулы третичных спиртов состава $C_6H_{14}O$; назовите каждое вещество.

5. Изомерия и номенклатура фенолов на примере вещества состава $C_8H_{10}O$.

Стол В. Строение

1. Расположите указанные ниже соединения в порядке возрастания кислотных свойств, поясните ваш выбор: пентан-1,2-диол; вода; пентан-2-ол; этанол.

2. Расположите указанные ниже соединения в порядке возрастания кислотных свойств, поясните ваш выбор: резорцин, вода, фенол, этанол.

3. Расположите указанные ниже соединения в порядке возрастания кислотных свойств, поясните ваш выбор: фенол; *n*-нитрофенол; 2-метилпропан-2-ол; метанол.

4. Расположите указанные ниже соединения в порядке возрастания кислотных свойств, поясните ваш выбор: *o*-метилфенол; бензиловый спирт; фенол; *o*-нитрофенол.

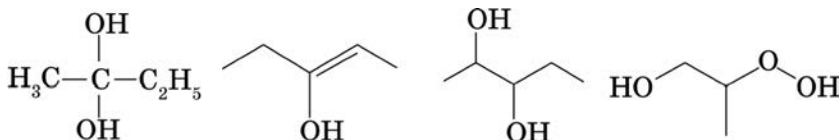
5. Расположите указанные ниже соединения в порядке возрастания кислотных свойств, поясните ваш выбор: бутан-1-ол; этиленгликоль; фенол; метанол.

Возможные альтернативные или дополнительные вопросы

1. Химическое, электронное и пространственное строение алифатических спиртов.

2. Взаимное влияние гидроксильных групп друг на друга, зависимость свойств многоатомных алифатических спиртов от строения.

3. Укажите формулы неустойчивых соединений. Поясните.



4. Сравните температуры кипения изопропанола и глицерина. Объясните разницу; поясните значительную разницу в температурах кипения этилового спирта и диметилового эфира.

5. Строение фенола: взаимное влияние гидроксильной группы и фенильного радикала.

Стол С. Свойства: реакции замещения и отщепления

1. Составьте уравнения указанных реакций:

- пропанол-2 + натрий \rightarrow
- пропанол-2 + бромоводород \rightarrow
- пропанол-2 + азотная кислота \rightarrow

2. Составьте уравнения указанных реакций:

- пропандиол-1,2 + 1 моль хлороводорода \rightarrow
- дегидратация пропандиола-1,2 \rightarrow
- пропандиол-1,2 + 2 моль циановодорода \rightarrow

3. Составьте уравнения указанных реакций:

- циклопентанол + бромид фосфора(V) \rightarrow
- дегидратация циклопентанола \rightarrow
- циклопентанол + метилат натрия \rightarrow

4. Составьте уравнения указанных реакций:

- глицерин + 1 моль натрия \rightarrow
- глицерин + циановодород \rightarrow
- глицерин + 2 моль азотной кислоты \rightarrow

5. Составьте уравнения указанных реакций:

а) резорцин + 1 моль гидроксида натрия →

б) резорцин + метилат натрия →

в) резорцин + бромная вода →

Возможные альтернативные или дополнительные вопросы

1. Предложите возможные способы получения пропанола из изопропанола.

2. Механизм реакции нуклеофильного замещения на примере реакции взаимодействия спирта с бромоводородом.

3. Какое строение имеют этиленовые углеводороды, образующиеся при дегидратации а) пропанола; б) изопропанола; в) бутанола-1; г) бутанола-2? Подтвердите ответ уравнениями реакций.

4. Механизм реакции электрофильного замещения на примере реакции бромирования фенола.

5. Укажите порядок изменения реакционной способности спиртов в S_N^2 -реакциях: а) $CH_3X \rightarrow$ перв. \rightarrow втор. \rightarrow трет.; б) трет. \rightarrow втор. \rightarrow перв. \rightarrow CH_3X ; в) $CH_3X \rightarrow$ перв. \rightarrow втор. \rightarrow трет.; г) реакционная способность не зависит от строения алкильного радикала. Поясните свой выбор.

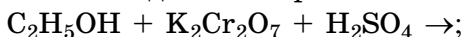
6. Приведите уравнения реакций замещения с участием фенола.

Стол D. Свойства: реакции окисления

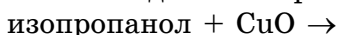
1. Составьте уравнение реакции, расставьте коэффициенты методом электронного баланса:



2. Составьте уравнение реакции, расставьте коэффициенты методом электронного баланса:



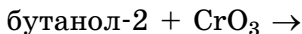
3. Составьте уравнение реакции, расставьте коэффициенты методом электронного баланса:



4. Составьте уравнение реакции, расставьте коэффициенты методом электронного баланса:



5. Составьте уравнение реакции, расставьте коэффициенты методом электронного баланса:



Стол Е. Качественные реакции: а) одноатомные спирты, б) многоатомные спирты, в) фенолы

1. В двух пронумерованных пробирках содержатся этанол, глицерин. Предложите ход качественного определения каждого вещества.

2. В двух пронумерованных пробирках содержатся этиленгликоль, бензиловый спирт. Предложите ход качественного определения каждого вещества.

3. В двух пронумерованных пробирках содержатся этанол, фенол. Предложите ход качественного определения каждого вещества.

4. В двух пронумерованных пробирках содержатся глицерин, фенол. Предложите ход качественного определения каждого вещества.

5. В двух пронумерованных пробирках содержатся пропанол, изопропанол. Предложите ход качественного определения каждого вещества.

Маршрутные карточки учащихся

1.	1	A	5
	2	E	4
	3	D	3
	4	C	2
	5	B	1

2.	1	A	1
	2	E	5
	3	B	2
	4	C	3
	5	D	4

3.	1	A	2
	2	D	5
	3	E	1
	4	B	3
	5	C	4

4.	1	A	3
	2	C	5
	3	D	1
	4	E	2
	5	B	4

5.	1	A	4
	2	B	5
	3	C	1
	4	D	2
	5	E	3

6.	1	B	1
	2	A	5
	3	E	4
	4	D	3
	5	C	2

7.	1	D	4
	2	A	1
	3	E	5
	4	B	2
	5	C	3

8.	1	C	4
	2	A	2
	3	D	5
	4	E	1
	5	B	3

9.	1	B	4
	2	A	3
	3	C	5
	4	D	1
	5	E	2

10.	1	E	3
	2	A	4
	3	B	5
	4	C	1
	5	D	2

11.	1	C	2
	2	B	1
	3	A	5
	4	E	4
	5	D	3

12.	1	C	3
	2	D	4
	3	A	1
	4	E	5
	5	B	2

13.	1	B	3
	2	C	4
	3	A	2
	4	D	5
	5	E	1

14.	1	E	2
	2	B	4
	3	A	3
	4	C	5
	5	D	1

15.	1	D	2
	2	E	3
	3	A	4
	4	B	5
	5	C	1

16.	1	D	3
	2	C	2
	3	B	1
	4	A	5
	5	E	4

17.	1	B	2
	2	C	3
	3	D	4
	4	A	1
	5	E	5

18.	1	E	1
	2	B	3
	3	C	4
	4	A	2
	5	D	5

19.	1	D	1
	2	E	2
	3	B	4
	4	A	3
	5	C	5

20.	1	C	1
	2	D	2
	3	E	3
	4	A	4
	5	B	5

21.	1	E	4
	2	D	3
	3	C	2
	4	B	1
	5	A	5

22.	1	E	5
	2	B	2
	3	C	3
	4	D	4
	5	A	1

23.	1	D	5
	2	E	1
	3	B	3
	4	C	4
	5	A	2

24.	1	C	5
	2	D	1
	3	E	2
	4	B	4
	5	A	3

25.	1	B	5
	2	C	1
	3	D	2
	4	E	3
	5	A	4

3. Карбонильные соединения: общая характеристика, классификация, сравнительная характеристика

Цель: изучить классификацию карбонильных соединений; состав и строение карбонильной функциональной группы.

Задачи:

- повторить электронные эффекты, поляризацию химической связи на примере строения карбонильной группы;
- продолжить формировать умение составлять структурные формулы и называть вещества;
- развивать навыки самостоятельной работы с литературой.

Тип занятия: интерактивная лекция.

Технология развития критического мышления.

Средства обучения: пособие для учащихся; дополнительная литература; схема-конспект урока; демонстрационный материал: *спиртовые растворы фенола, резорцина, ацетона и ацетоуксусного эфира, водный раствор хлорида железа(III)*.

Ход занятия

1. Организационный момент.
2. Сообщение темы занятия.
3. Актуализация необходимых знаний:
 - что такое карбонильная группа?
 - где Вы встречались с соединениями, содержащими эту группу?
4. Целеполагание: исходя из заявленной темы занятия, сформулировать цели и задачи работы на занятии.
5. Разбор материала учителем, в ходе которого происходит заполнение схемы-конспекта, демонстрационный эксперимент.
6. Подведение итогов.

Схема-конспект

Фамилия, имя учащегося _____

Тема «Карбонильные соединения»

СТРОЕНИЕ

Карбонильные соединения — органические соединения, в молекулах которых имеется _____ группа.

название группы



Структурная формула функциональной группы

Альдегиды	Кетоны	Карбоновые кислоты	Амиды	Галогенангидриды и др.

Классификация

По положению функциональной группы		
Пример		Пример
По виду углеводородного радикала		
предельные	непредельные (алифатические)	ароматические
Пример	Пример	Пример

Общая формула насыщенных карбонильных соединений
_____.

Выведите общую формулу для ненасыщенных карбонильных соединений, содержащих двойную углерод-углеродную связь _____.

1. В карбонильной группе связь между атомами С и О _____ и смещена в сторону _____.

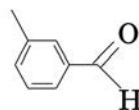
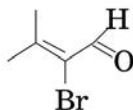
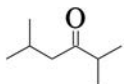
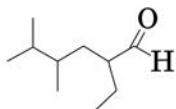
2. Между атомами С и О в карбонильной группе имеется одна _____-связь и одна _____-связь.



Изобразите строение функциональной карбонильной группы, укажите смещение электронной плотности, поляризацию кратной связи, углы между связями.

НОМЕНКЛАТУРА IUPAC

Назовите следующие соединения по заместительной номенклатуре IUPAC:

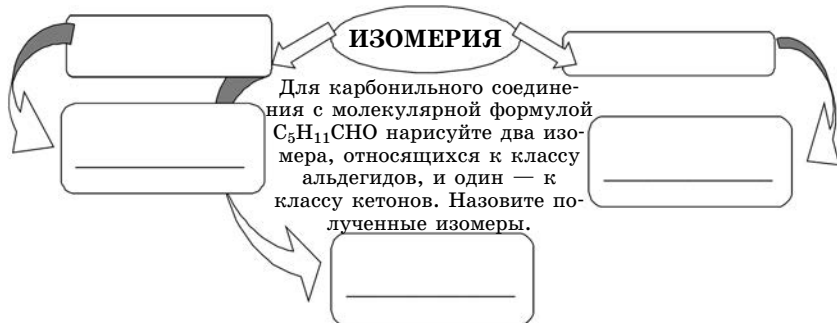


Составьте структурные формулы следующих соединений:

2,5-диметил-
гексан-3-он

3,3-диметил-
гегсеналь

3,4-диметил-
2-этилпентаналь



Сравнение физических свойств альдегидов и кетонов

Исправьте ошибки в описании физических свойств альдегидов и кетонов.

1. При обычных условиях и альдегиды, и кетоны могут существовать только в твёрдом и жидком агрегатных состояниях. _____

2. Простейший представитель класса альдегидов — этаналь — имеет резкий неприятный запах. _____

3. Простейший представитель кетонов — ацетон — не смешивается с водой. _____

4. Низшие альдегиды имеют цветочный запах и широко применяются в парфюмерии. _____

5. Аномально высокие температуры кипения альдегидов и кетонов обусловлены наличием межмолекулярных водородных связей. _____

6. Простейшие (низшие) альдегиды и кетоны достаточно хорошо растворимы в воде. _____

ПОЗНАВАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Интересные факты

Алкалоиды

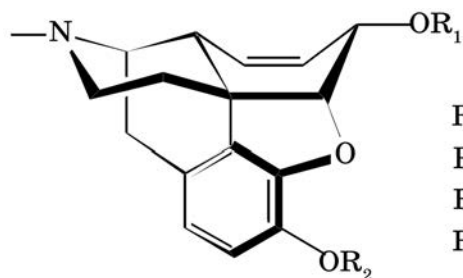
Алкалоиды — это основания преимущественно растительного происхождения, как правило, обладающие физиологической активностью. Данное определение алкалоидов имеет в большой степени исторический характер, так как объединяет вещества самого различного строения, но именно выделение и определение структуры азотсодержащих оснований из продуктов растительного происхождения сыграло колоссальную роль в развитии химии и биологии. Так, ещё в начале XIX в. считалось, что растительные вещества в отличие от продуктов животного происхождения не содержат азот, и выделение в 1803 г. из опия кристаллической смеси алкалоидов, а в 1806 г. *Ф. Сюртурнером* чистого морфина, а также последующее установление состава и структуры этих веществ нанесли мощнейший удар по идеалистическим концепциям в химии типа витализма, и в то же время положили начало развитию ряда направлений современной химии, биологии и медицины.

Человек узнал о физиологической активности продуктов, содержащих алкалоиды, задолго до их выделения в начале XIX в. в виде свободных оснований. Так, манускрипт древнеегипетского учёного *Эберса*, относящийся к XVI в. до нашей эры, описывает использование опия в качестве обезболивающего и дурманящего средства. Хорошо известный благодаря творчеству *Агаты Кристи* вызывающий при попадании в кровь мгновенную остановку сердца яд *кураре* (действующее начало — алкалоид α -тубокураринхлорид), издавна используется южноамериканскими индейцами для охоты. К настоящему времени описано уже около 8 тыс. различных алкалоидов, для многих установлены состав и структура.

Как уже отмечалось, алкалоиды относятся к различным классам органических веществ. Если структура алкалоидов известна, то их можно классифицировать, относя к тем или иным классам химических веществ. Однако исторически сложились и достаточно широко применяются системы классификации алкалоидов по характеру физиологического действия или видам растений, из которых их выделяют. Биологическая роль алкалоидов до конца не ясна. Предполагают, что в растениях они могут являться своеобразными катализаторами биохимических процессов, выполняя роль защитных и сигнальных веществ аналогично инсектицидам и феромонам. Удивительно и то, что алкалоиды, являясь продуктом жизнедеятельности растений, оказывают сильнейшее воздействие на организм животных. Интересно, что в некоторых видах растений (бобовые, лютиковые и др.) содержатся высокие концентрации различных алкалоидов, в других же (папоротники, мхи, розы) они не обнаружены.

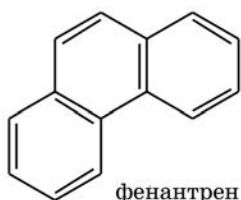
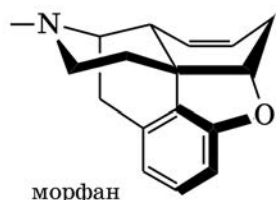
С незапамятных времён люди искали вещества, способные уменьшить боль. Ещё служители древних культов в Египте и странах Юго-Восточной Азии знали о дурманящем действии опия, высохшего на воздухе млечного сока зелёных головок *мака снотворного* *Papaver somniferum*. Способность жрецов вызывать у верующих состояние эйфории, лёгкости и успокоения должна была свидетельствовать о их сверхъестественных способностях. Несколько позже заметили и уникальную способность препаратов опия снимать даже очень сильную боль (*анальгетическое действие*), и уже в средневековых медицинских трактатах мы находим упоминание об использовании опия для обезболивания, нормализации сна и успокоения нервной системы. В честь древнегреческого бога сна *Морфея* был назван и основной алкалоид опия — *морфин*.

Наряду с *морфином* в состав опия входят *кодеин*, *тебаин*, *наркотин*, *папаверин* и другие алкалоиды.



$R_1, R_2 = H$	морфин
$R_1 = H, R_2 = CH_3$	кодеин
$R_1, R_2 = CH_3$	тебаин
$R_1, R_2 = Ac$	героин

В 1927 г. *Р. Робинсоном* (Нобелевская премия по химии 1947 г.) было установлено, что в состав морфина входят пиперидиновый цикл и система дигидрированного фенантрена.



Окончательно пространственное строение *морфина* было установлено в результате рентгеноструктурного исследования, проведённого в 1955 г. *Д. Кроуфорд-Ходжкин* (Нобелевская премия по химии 1964 г.).

К сожалению, помимо анальгетического и успокаивающего действия морфин обладает рядом побочных и вредных свойств. Так, в больших концентрациях он вызывает рвоту, запоры, угнетение центров терморегуляции и дыхания (при передозировке возможен летальный исход из-за остановки дыхания), а при повторном применении развиваются синдромы психической и физической зависимости; при этом прекращение приёма наркотика приводит к появлению болезненного состояния (абстинентный синдром), что является дополнительным стимулом к постоянному

употреблению препарата. Поиск «сказочного порошка», без побочных эффектов, не вызывающего привыкания, обладающего большей анальгетической активностью по сравнению с морфином, стал важным фактором развития органической и медицинской химии во второй половине XX в. Были проведены испытания ряда других алкалоидов, а также веществ, содержащих морфановый скелет и получаемых при модификации функциональных групп опиоидов (алкалоидов группы морфана, содержащихся в опиоиде). В кодеине, также входящем в состав опиоидов (0,2–6 %), атом водорода одной из гидроксильных групп морфина замещён на метильную группу. Незначительное на первый взгляд отличие приводит к значительному снижению и анальгетических и наркотических свойств кодеина, хотя он и входит в состав некоторых комплексных обезболивающих препаратов. В то же время кодеин способен уменьшать возбудимость кашлевого центра, что достаточно широко ранее использовалось в медицинской практике. При введении в молекулу морфина ещё одной метильной группы мы переходим к следующему опиоидному алкалоиду — тебаину, который практически не обладает анальгетической и наркотической активностью, но зато вызывает конвульсии.

Полусинтетическими методами были получены вещества, обладающие большей по сравнению с морфином наркотической активностью. Так, при замещении атома водорода гидроксильной группы морфина на остаток уксусной кислоты получают наиболее опасный наркотик *героин*, активность которого превышает в 1000 раз активность морфина. Являясь более гидрофобным, чем морфин, героин быстрее проникает через *гематоэнцефалический барьер* и создаёт критическую для осуществления физиологического действия концентрацию. Однако он не связывается непосредственно с опиоидными рецепторами, а первоначально метаболизирует до морфина, который и

вызывает физиологический отклик. Из-за сильного привыкания и высокой токсичности героин не используется в медицинской практике.

Соединение *Бентли* является мощнейшим наркотическим средством (в 10 тыс раз сильнее морфина) и всего 1 мг его усыпляет слона.



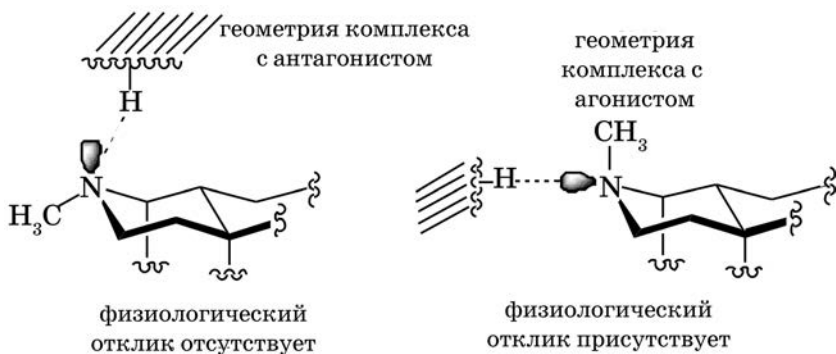
Однако употребление данного вещества, как и героина, приводит к быстрой физической деградации. *Гематоэнцефалический барьер* (от греч. *ηαιματος* — *кровь*; и *εγκεφαλος* — *мозг*) — физиологический механизм, регулирующий обмен веществ между кровью, спинномозговой жидкостью и мозгом. Осуществляет также защитные функции, препятствуя проникновению в центральную нервную систему чужеродных веществ, введенных в кровь, или продуктов нарушенного обмена веществ, образующихся в организме. В мозге действует сложная система специфических образований, анатомические, физиологические, физико-химические и биохимические особенности которых обеспечивают их барьерные свойства.

Физиологическое действие морфина и его аналогов связано с их взаимодействием с так называемыми опиоидными рецепторами (выделяют μ -, δ - и κ -типы), которые находятся в коре больших полушарий головного мозга. Эндогенными (т.е. свойственными организму) физиологически активными соединениями, которые связываются с этими

рецепторами являются энкефалины и эндорфины, которые относят к классу нейропептидов. Эндорфины имеют строение пентапептида, а в состав энкефалинов входит несколько десятков остатков аминокислот. Связывание молекулы морфина с рецептором (μ -типа) происходит благодаря его структурному и конформационному сходству с определёнными частями нейропептидов, находящихся в физиологически активной конформации. Так или иначе для наличия физиологического отклика организма (в рассматриваемом случае — анальгетического действия) необходимо, чтобы рецептор «распознал» тот или иной химический агент. Полагают, что в процессе распознавания можно выделить две стадии. На первой происходит химическое или физико-химическое связывание веществ с рецепторами за счёт наличия определённого сродства некоторых групп субстрата с активным участком рецептора. Вещества, которые связываются с рецептором, называют *активными* по отношению к данному рецептору. Вторая стадия распознавания определяется наличием или отсутствием физиологического отклика организма на процесс захвата агента рецептором, что связано со способностью реагента вследствие определённых конформационных особенностей комплекса «рецептор — агент» обеспечивать ионную проводимость через мембрану и, следовательно, осуществлять передачу информации. Вторая стадия позволяет дифференцировать активные по отношению к данному рецептору вещества на *агонисты* и *антагонисты*. *Агонистами* называют вещества, связывающиеся с рецептором и индуцирующее биологический ответ. *Антагонисты* также связываются с рецептором, но не вызывают биологический ответ, а, напротив, препятствуют связыванию и действию агонистов.

Одновременно на основе анализа зависимости «структура — активность» опиоидных анальгетиков были установлены те особенности строения морфина и его аналогов, которые позволили предложить методы синтеза соединений более

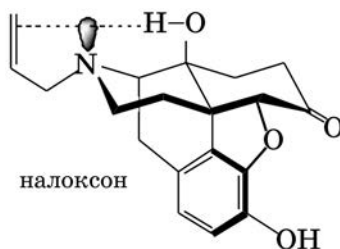
Это связано с тем, что в D-норморфаноле электронная пара ориентирована таким образом, что связывание агента с рецептором становится невозможным. Интересным также представляется и тот факт, что вещества, имеющие очень похожую структуру и взаимодействующие с рецептором, могут проявлять противоположную активность и являться агонистами или антагонистами. Было высказано предположение, что подходящая для осуществления физиологического отклика геометрия комплекса «рецептор — агент» может быть обеспечена при связывании экваториально (параллельно плоскости цикла) ориентированной электронной пары атома азота пиперидинового цикла с активным участком субстрата.



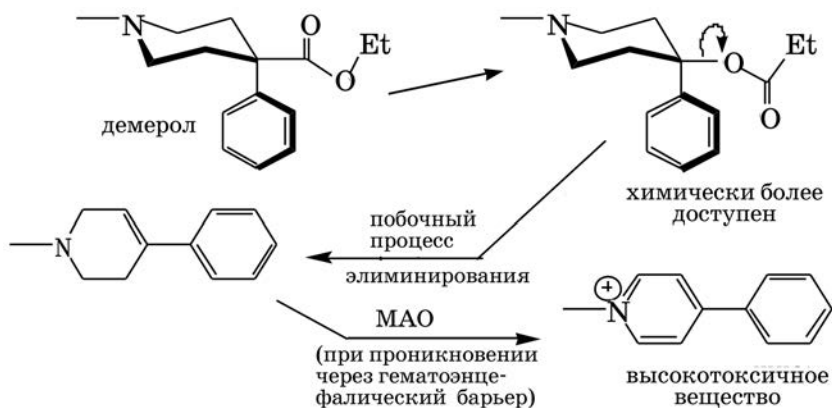
И хотя в морфине и его аналогах более вероятна конфигурация с аксиально ориентированной электронной парой (метильная группа, как видно из рисунка, является экваториальной), в смеси всё же присутствует некоторое количество физиологически активной формы. В тех же случаях, когда конфигурация с экваториально ориентированной парой электронов невозможна по стерическим причинам или эпимерная* конфигурация с ак-

* Эпимеры (частный случай диастереомеров) — диастереомеры моносахаридов, различающиеся конфигурацией только одного асимметрического атома углерода.

сиально ориентированной парой электронов стабилизирована дополнительными взаимодействиями, вещество проявляет мощную антагонистическую активность. Так, *наллоксон* является наиболее эффективным антагонистом в отношении опиоидных рецепторов и используется как антидот при лечении отравлений опиатами; вторичные взаимодействия с аксиальной гидроксильной группой и π -электронами двойной связи алкильного заместителя дополнительно стабилизируют аксиальную ориентацию электронной пары.

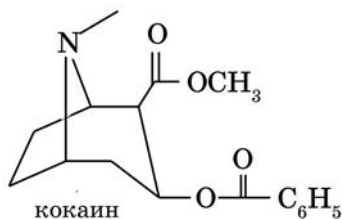


Интересный и в то же время поучительный пример показывает, что разработка новых синтетических препаратов даже несложной структуры обязательно требует высокой квалификации химиков-синтетиков и тщательных клинических испытаний лекарственных форм. В начале 80-х годов прошлого столетия в США были зафиксированы множественные совершенно нетипичные случаи проявления синдромов болезни *Паркинсона* у совсем молодых людей. Далее выяснилось, что все они употребляли наркотики, произведённые в одной из подпольных лабораторий. Оказалось, что мафиозные «умельцы» решили синтезировать новый наркотик, структурно подобный демеролу (один из первых синтетических анальгетиков). Учитывая относительную лёгкость синтеза, ими был получен 1-метил-4-пропионокси-4-фенилпиперидин, который также обладает опиоидной активностью.



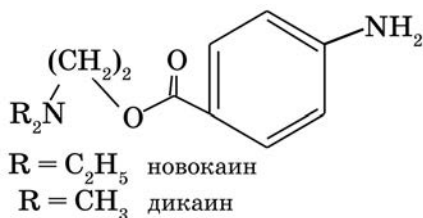
Однако в процессе синтеза и выделения целевого продукта не удалось избежать протекания побочных процессов, и в результате препарат был загрязнён продуктом элиминирования (отщепления) пропионокси-группы. При употреблении загрязнённого препарата примесь легко окисляется в организме под действием энзима моноаминоксидазы (MAO) до очень токсичной пиридиниевой соли. Интересно отметить, что долгое время данная пиридиниевая соль использовалась в качестве пестицида, что, как считают специалисты, явилось причиной роста числа страдающих болезнью *Паркинсона* в ряде сельских районов юга США. Следует отметить, что большая часть подпольно синтезируемых наркотических средств изготавливается в достаточно примитивных условиях, производители подобной продукции в погоне за прибылью при отсутствии контроля качества пренебрегают необходимыми процедурами тщательной очистки. Как следствие, препараты содержат очень вредные примеси, и помимо разрушающего действия самих наркотиков следует учитывать возможность наличия других ещё более токсичных веществ, которые в ряде случаев могут привести к тяжёлым заболеваниям и смерти.

Пиперидиновый цикл является структурным элементом и других алкалоидов. Большая группа объединяет алкалоиды, в основе строения которых лежит скелет тропана. Давно известным представителем данного ряда является *кокаин*, выделяемый из листьев южноамериканского кокаинового куста *Erythroxylon coca L.*, который в настоящее время культивируется не только в Южной Америке, но и в странах Юго-Восточной Азии, в Шри-Ланке, Индии, в Африке и на Кавказе.



Впервые кокаин был выделен в кристаллическом состоянии в 1860 г. *К. Ниманом*, а окончательно его структура была определена в 1953 г. *Г. Фодором* и *С. Финдлеем*. Кокаин обладает мощным локальным обезболивающим действием и относится к классу местных анестетиков (греч. *αν* — отрицание, *αισθησιξ* — чувствительность). Впервые анестетические свойства кокаина были описаны в 1879 г. русским фармакологом *В. К. Анрепом*. Кокаин эффективно парализует парасимпатические нервные окончания. Ранее он применялся при проведении операций челюстно-лицевой области и в зубоврачебной практике, однако в настоящее время из-за высокой токсичности он практически не используется в медицине. Помимо токсичности кокаин, как и морфин, вызывает психическую зависимость, и данный вид наркомании — кокаинизм — был особенно распространён в Европе с конца XIX до середины XX века. Были получены синтетические аналоги кокаина, обладающие мощным анестетическим действием, но практически лишённые наркотических

свойств и токсичности. Так, в 1905 г. А. Эйхорн получил *новокаин*, а позже — *дикаин* (в 10 раз сильнее).



Считается, что анестезирующее действие перечисленных соединений связано с наличием арилкето- и алкиламино- групп, соединённых гетероатомом, что, по-видимому, обеспечивает стереоспецифическое связывание с соответствующим рецептором и вызывает физиологический отклик организма. Среди алкалоидов группы тропана следует особо выделить гиосциамин, который при выделении из растений семейства паслёновых — белены, красавки или различных видов дурмана — претерпевает рацемизацию*, что приводит к образованию оптически неактивного атропина.



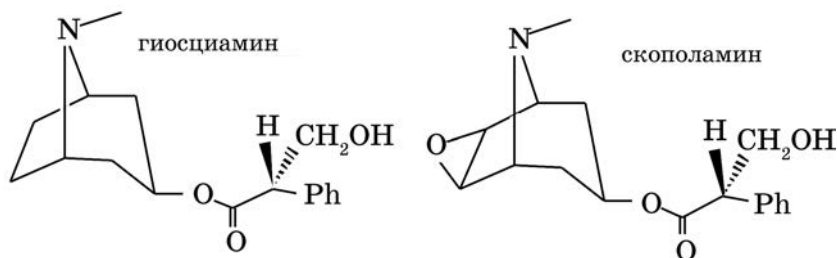
Местноанестетическое действие атропина выражено в меньшей степени, чем у кокаина. В то же время, действуя на так называемые мускариновые (подтип ацетилхолиновых) рецепторы, он снижает тонус гладкомышечных органов (bronхи, органы брюшной полости и др.), секрецию желудочных, слюнных, потовых и иных желёз, увеличивает число сердечных сокращений. Атропин применяют при лечении язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, спазмах кишечника и бронхиальной астме. Хоро-

* Рацемизация — преобразование оптически активного вещества в смесь одинакового количества обоих энантиомеров.

шо известное свойство атропина расширять зрачок используется в офтальмологии.

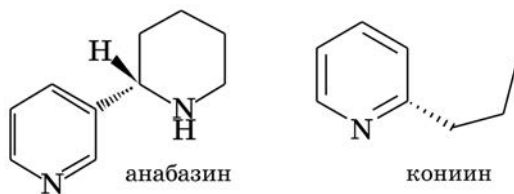
Проникая через гематоэнцефалический барьер, атропин оказывает сложное влияние на центральную нервную систему, что иногда используется при лечении паркинсонизма, отравлений морфином и другими опиоидными препаратами.

При введении оксиранового цикла в тропановый скелет мы переходим к скополамину, выделяемым наряду с гиосциамином из растений семейства паслёновых.

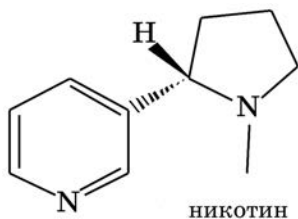


Действие скополамина на центральную нервную систему значительно сильнее, и его используют в психиатрии и наркологии в качестве успокаивающего средства, в хирургической практике вместе с анальгетиками при подготовке к наркозу, а также в качестве противорвотного средства — для лечения морской болезни (таблетки «Аэрон»).

Большую группу важных алкалоидов представляют соединения, содержащие пиридиновый цикл. Так, в 1929 г. из листьев ежовника был выделен *анабазин*, который используется в качестве инсектицида. В листьях болиголова содержится яд *кониин*, входивший по преданию в смесь, которой был отравлен *Сократ*.



Но, безусловно, самое значительное место в жизни современного человека занимает алкалоид ряда пиридина, содержащийся в листьях табака *Nicotiana tabacum*. *Никотин* впервые был выделен в 1828 г. в виде маслянистой жидкости со специфическим мажорочным запахом. Строение алкалоида было установлено в 1893 г.



Никотин действует на так называемые никотиночувствительные рецепторы (подтип ацетилхолиновых рецепторов), блокируя взаимодействие последних с ацетилхолином. Как следствие, никотин оказывает воздействие на центральную нервную систему и, особенно, *периферическую*, активируя их в малых дозах и угнетая в больших. Особая роль никотина в жизни человека определяется прежде всего тем, что табачные листья, содержащих алкалоид, широко используются после переработки для курения, а также в форме жевательного или нюхательного табака. Переняв от американских индейцев привычку вдыхать пары тлеющих листьев табака, европейцы сделали курение в определённой степени одним из символов своего образа жизни. Фильмы 30–50-х гг. прошлого века окутаны романтикой сигаретного дыма: сильные мужчины, чувственные женщины, бандиты и стражи закона, магнаты и большевистские комиссары, актёры, поэты — практически все на экране играли одну большую роль в этом самом коммерческом и продолжительном «рекламном ролике». Как следствие — колоссальная прибыль и неизменный в течение нескольких десятилетий ореол

шика, благополучия и успеха. Продажи самых различных сортов табака, сигар и сигарет росли, а некоторые врачи даже рекомендовали своим пациентам курение для стимуляции умственной и физической активности. Ситуация стала постепенно меняться с начала 70-х гг. XX в. При этом яркому, но некритическому лозунгу о количестве никотина, убивающем лошадь, пришли на смену серьёзные исследования о влиянии курения, различных составляющих табака, в том числе и никотина, на организм человека.

Следует выделить три основных фактора, определяющих стратегию поведения учёных, врачей, общественных и правительственных организаций к производству, распространению и потреблению никотинсодержащей продукции. Первый фактор носит социальный характер и определяется колоссальным распространением табакокурения в мире: любые решения, связанные с регулированием производства и распространения табачных изделий затрагивают интересы не только крупнейших промышленных и финансовых групп, но и потребителей, составляющих в ряде стран большинство населения. Два других фактора имеют научно-медицинскую природу и связаны с ответами на вопросы о физиологической реакции организма человека на никотин и психической зависимости, возникающей при регулярном поступлении алкалоида в организм. Отвечая на первый вопрос, сразу следует отметить, что основной вред от курения связан отнюдь не с никотином. Роль «сигаретного убийцы» отводится канцерогенным веществам, которые содержатся в табачном дыме. Стандартная современная сигарета содержит в среднем около 9 мг никотина, из которых 1–3 мг при курении быстро и эффективно проникают в организм человека. Тлеющая сигарета является высокоэффективным химическим производством, и в результате в организм курильщика попадает помимо никотина около 4000 различных веществ, включая высокотоксичный монооксид углерода и порядка 40 канцерогенов. Адсорбированный

Возникновение жизни на Земле

Приблизительно 4,6 млрд лет назад образовалась Земля, и на протяжении первых 500 млн лет молодая планета была объектом непрерывных столкновений с осколками космической материи. Катаклизмы, эквивалентные взрывам бесчисленных ядерных бомб, на обезвоженной и раскалённой поверхности делали невозможным зарождение и развитие каких-либо форм жизни. Тем удивительней представляется тот факт, что понадобилось всего 100 млн лет, мгновение по астрономическим меркам, для возникновения первых форм жизни. Так, в Гренландии на древних камнях найдены углеродные отпечатки, которые однозначно указывают на существование 3,9 млрд лет назад примитивных живых организмов.

Для постижения тайны возникновения жизни полезно принять два допущения:

— возможность распространения идей *Чарльза Дарвина** об естественном отборе и эволюции на химический уровень;

— условия, в которых зарождалась жизнь, существенным образом отличаются от современных.

Одним из первых предположение о том, что возникновение жизни на Земле есть результат эволюции углеродистых соединений высказал в 1922 г. русский биохимик *Александр Опарин*** . Согласно указанному подходу биологическую эволюцию предваряет эволюция

* Чарльз Дарвин (1809–1882) — английский естествоиспытатель, иностранный член-корреспондент Петербургской АН. Основатель учения об эволюции органического мира.

** Александр Опарин (1894–1980) — русский биохимик, академик АН СССР, основоположник научно обоснованной теории возникновения жизни на Земле. Труды по эволюции органической материи, по биохимическим основам переработки растительного сырья, действию ферментов.

пробиотическая, которая рассматривает химические и физико-химические превращения и включает четыре стадии:

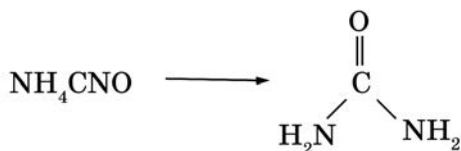
— образование из неорганических веществ мономерных органических молекул (аминокислот, нуклеотидов, сахаров);

— синтез из последних макромолекулярных и полимерных систем (например, протеинов и нуклеиновых кислот);

— концентрация молекул с образованием самоорганизованных надмолекулярных структур, протобионтов или простейших первичных организмов, способных к репродукции и трансляции себе подобных;

— развитие из последних обычных клеточных образований, уже обладающих генетическим механизмом для синтеза протеинов.

Возможность синтеза органических веществ из неорганических отрицалась большинством учёных до середины XIX в. Господствовавшая в то время концепция *витализма* признавала наличие в организмах нематериальной, сверхъестественной силы, якобы управляющей жизненными процессами, в том числе и синтезом органических (т.е. буквально полученных в организме) веществ. И даже сложившееся исторически жёсткое разделение химии на неорганическую и органическую объясняется главным образом господством подобных воззрений. Первый существенный удар по витализму нанёс в 1824 г. *Фридрих Вёлер*^{*}, который осуществил в условиях лаборатории превращение неорганического вещества цианата аммония в продукт жизнедеятельности организмов мочевины.



* Фридрих Вёлер (1800—1882) — немецкий химик, иностранный член-корреспондент Петербургской АН, ученик Й. Берцелиуса. Труды в области химии природных соединений, первым выделил металлические иттрий и бериллий.

В настоящее время известно много примеров синтеза органических веществ из неорганических (например, использование синтез газа, смеси монооксида углерода и водорода, в промышленном синтезе углеводов, спиртов и др.). Эти процессы, как правило, протекают в жёстких условиях. Можно предположить, что и первичное образование живой материи проходило в условиях, отличных от современных. Поиски ответа на вопрос: как и где были реализованы подходящие условия, привели к созданию множества концепций, которые условно можно разделить на две группы.

Часть учёных считает, что все основные этапы эволюции жизни *проходили на Земле* под влиянием температурных, радиационных и иных жёстких воздействий.

Другие исследователи предполагают, что в той или иной степени процессы пребиотической, а может даже и начальной биологической эволюции *берут начало вне Земли*, на которую «строительные блоки» для создания будущей жизни были занесены естественными космическими «перевозчиками» — кометами, астероидами и т.п.

Астероиды (от греч. *αστεροειδής* — *звёздopodobные*) — малые планеты солнечной системы с диаметром от 1 до ~1000 км², орбиты большинства которых находятся между орбитами Марса и Юпитера (так называемый пояс астероидов). Возможно, являются осколками более крупных объектов, разрушенных вследствие космических катаклизмов. Наиболее известные: Церера, Паллада, Юнона, Веста и др.

Кометы (от греч. *κομήτης* — *длинноволосый*) — небесные тела, образовавшиеся на периферии Солнечной системы при агрегации замёрзших частей космического вещества. Состоят из ядра — конгломерата замёрзших газов и частиц пыли — и хвоста — совокупности продуктов сублимации и испарения вещества ядра.

До настоящего времени не существует однозначно го ответа на вопрос: как же в реальности зарождалась жизнь? Модели, отработанные в земных условиях, как

правило, рассматривают сходные химические процессы, однако условия их протекания весьма различны. Так, при рассмотрении событий на Земле в начале её существования, когда она была окутана перегретыми парами воды, образующими вместе с оксидами углерода и аммиаком первичную «кипящую» атмосферу, учёные говорят о «горячем котле» или «кипящем бульоне». Напротив, процессы на частицах, рассекающих ледяное межкосмическое пространство, протекают при температурах близких к абсолютному нулю ($-273\text{ }^{\circ}\text{C}$), и поэтому говорят о так называемом холодном синтезе, при этом характер проникновения органической материи на Землю в большой степени ассоциируется учёными с концепцией *панспермии*.

Панспермия (от греч. *παν* — все, и *σπέρμα* — семя) — гипотеза о повсеместном распространении во Вселенной зародышей живых существ, которые (согласно С. Аррениусу*) переносятся с одного небесного тела на другое с метеоритами или под действием давления света.

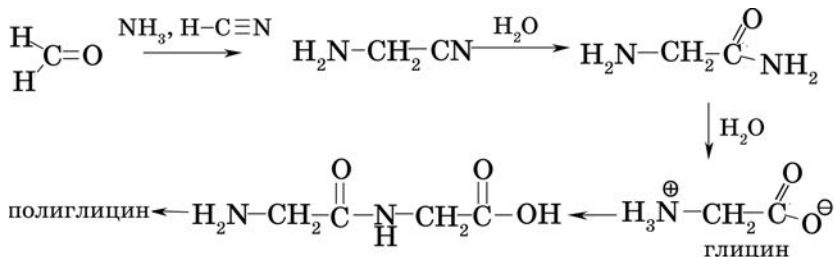
Могла ли возникнуть жизнь в «горячем котле»? В начале 50-х гг. XX в. аспирант университета г. Чикаго *Стэнли Миллер* сконструировал аппарат, в котором, электрическая дуга давала разряды, похожие на те, которые взрывали первобытную атмосферу древней Земли. Анализируя изменения, которые произошли в колбе, первоначально наполненной простыми водороднасыщенными молекулами (например, CH_4 , H_2O , NH_3), Миллер зафиксировал появление порядка 50 представляющих интерес с точки зрения биохимии веществ, в том числе и 3 аминокислоты — *глицин*, *аланин* и *аспарагиновую кислоту*. Миллер предположил, что в основе всех по-

* Сванте Аррениус (1859–1927) — шведский физико-химик, иностранный член корреспондент Петербургской АН, лауреат Нобелевской премии (1903). Труды по химической кинетике (уравнение Аррениуса), а также астрономии, астрофизике и биологии.

следующих трансформаций, приводящих к важнейшим биомолекулам, лежит первоначальное образование двух весьма реакционно способных веществ — формальдегида и синильной кислоты.



Используя усовершенствованную методологию Миллера, исследователи смогли синтезировать 17 аминокислот. Схему превращений, в результате которых получается простейшая аминокислота, *глицин*, можно представить следующим образом:



Подобный подход лежит в основе промышленного и лабораторного получения аминокислот, а взаимодействие альдегидов и кетонов с цианидами и аминами носит название реакции *Штреккера* *.

Космическая история пребиотической эволюции Жизни. Издревле люди, думая о тайне Жизни, обращали свой

* Адольф Фридрих Людвиг Штреккер (1822—1871) — немецкий химик-органик. Труды в области химии карбонильных соединений, синтеза аминокислот.

взор на небо. Астрономия — одна из древнейших наук, возникшая на переломе религиозного (*свыше даётся непознаваемое*) и научного (*удовлетворяющего стремление познать*) сознания, на протяжении уже более двух тысячелетий изучала небесные тела, которые наводили страх и, как следствие, вызывали подобострастное поклонение. Они как посланники «высшей силы» приходили на Землю: сполохами метеоритного дождя или горящим хвостом кометы, а иногда и бедствием, когда столкновение с крупным объектом становилось причиной катаклизмов, память о которых осталась в мифах и преданиях, самые известные из которых — возможно, об ушедшей под воду Атлантиде и всемирном Потопе.

Метеориты — малые тела, попадающие на Землю из межпланетного пространства. Масса крупнейшего — Гоба — около 60 т.

Многие исследователи считают, что именно подобная коллизия могла явиться и причиной исчезновения динозавров. Уже в IV в. до н.э. китайские астрономы описали 29 комет, а Аристотель считал приход очередной кометы Высшим предупреждением. Парадоксально, но именно кометы, которые воспринимались на протяжении веков как носители смертельной угрозы для человеческой цивилизации, с начала 60-х гг. XX в. стали рассматриваться как источники той самой материи, которая и превратила пустынный спутник раскалённого Солнца в цветущую и поражающую разнообразием жизни планету.

Изучение состава метеоритов, попавших на Землю, а также астрофизические исследования доказывают, что Вселенная насыщена всеми теми элементами, которые являются основой живой материи: С, Н, N, O, S, P, Ca и т.д. Более того, частицы межкосмического пространства несут многие простые органические молекулы, такие как метан, формальдегид, спирты, нитрилы ($R-C\equiv N$) и изонитрилы ($R-N\equiv C$), а также неорганические соединения азота и воду.

Самое удивительное, что были обнаружены и достаточно сложные молекулярные структуры, включая полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), хиноны, карбоновые кислоты, аминокислоты и нуклеиновые основания! Но как при температуре 10–30 К происходит синтез молекул достаточно сложной структуры? Межзвёздное пространство заполнено самыми разными астрономическими объектами. Это сверхновые звёзды, звёзды, звёздные дожди, планеты, астероиды и кометы. Извержение звёзд, столкновения и взрывы — процессы, ответственные за диспергирование вещества в пределах межзвёздного пространства, элементный состав которого определяется характером ядерного синтеза, протекающего в звёздах, и природой испускания синтезированных частиц. Как бы там ни было, продукты извержения насыщены С, Н, N, O, S, P в атомарном и молекулярном состоянии, включая такие сложные частицы, как цианополиацетилены и полициклические ароматические соединения. Эти космические осколки мигрируют в пространстве и при агрегации с гелием и водородом образуют *плотные межзвёздные облака* (ПМО), или туманности. Эти облака в определённой степени защищают относительно сложные молекулярные образования от деградации под воздействием жёстких излучений, в то же время энергия последних используется для конструктивного синтеза молекул ещё более сложной структуры, в том числе и имеющих биологическое значение.

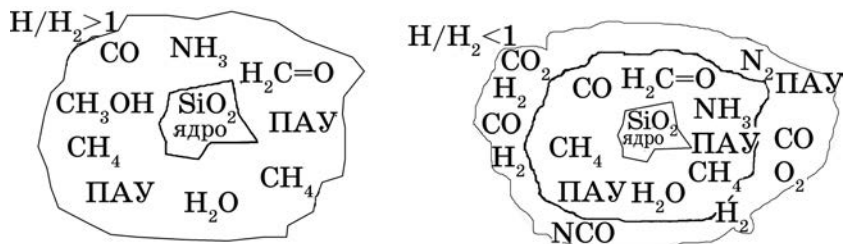
В своих исследованиях состава космических объектов и характера химических процессов, протекающих на них, астрофизикохимики используют радио- и инфракрасные телескопы. Оба устройства фиксируют колебания связей молекул в межкосмическом пространстве. Использование радиотелескопов ограничено анализом веществ в газообразном состоянии. Инфракрасные телескопы позволяют изучать и газообразные и твёрдые вещества. Техника астрономического анализа имеет свои ограничения, и полученные данные редко дают однозначный ответ на поставленные вопросы.

Лабораторные исследования, моделирующие ПМО, показали, что в этих условиях могут протекать газтвёрдофазные реакции. Температура межзвёздного пространства такова, что любые газообразные вещества, соприкасаясь с твёрдой поверхностью типа силикатов или карбидов кремния, сразу же переходят в твёрдое состояние, образуя так называемую мантию. Частицы, синтезированные в газовой фазе, сразу же оказываются в жёстко-структурированной твёрдой фазе очень близко друг от друга; при этом протекают процессы, невозможные в разреженном газовом состоянии. Облучение твёрдых продуктов вызывает следующие превращения.

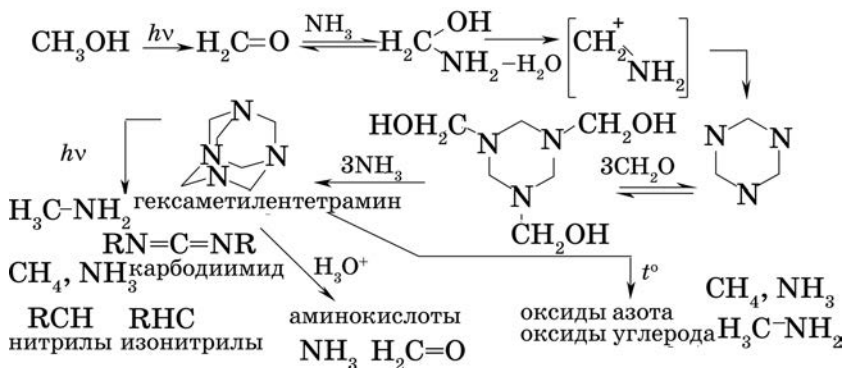
Астрогеохимики выделяют два типа ледяных мантий. Их состав определяется соотношением атомарного и молекулярного водорода:

— если система насыщена атомарным водородом ($H/H_2 > 1$), то последний активно взаимодействует со всеми остальными веществами. В данном случае основными компонентами мантии являются вода, а также метанол, оксиды углерода, аммиак, формальдегид, формильные радикалы (относительно стабильные из-за низкой температуры), оксисульфид углерода и молекулярный водород.

— неполярные поверхности ($H/H_2 < 1$) содержат мало атомарного водорода и в результате система насыщена молекулярным кислородом, азотом и оксидами углерода, при минимальном содержании воды.



Очевидно, что большее значение с точки зрения синтеза органических продуктов представляют полярные мантии. Ниже приведены реакции, протекающие в аппаратах, которые моделируют условия, характерные для полярной мантии.



Самые интересные превращения наблюдаются, по крайней мере, при моделировании в лаборатории, когда полярная мантия нагревается. Как было показано *Скоттом Сэндфордом (Scott Sandford)*, при 200 К большинство веществ, образующих мантию, начинают сублимироваться, и в результате образуется ряд новых органических молекул: этанол, нитрилы и изонитрилы, формамид ($\text{HC}(\text{C}=\text{O})-\text{NH}_2$).

Сублимация (от лат. *sublimo — возношу*) — переход вещества из твёрдого в газообразное состояние, минуя стадию жидкости.

При комнатной температуре получают гексаметиленetetрамин (уротропин), кетоны, амиды, а также соединения, содержащие полиоксиметиленовые ($-\text{CH}_2\text{O}-$)_n звенья.

Как же происходит нагревание мантии в межкосмическом пространстве? Учёные считают, что туманности суще-

ствуют относительно короткое время (около 100 млн лет), а затем в них зарождается новая звезда, при этом за счёт процессов, протекающих в её ядре, нагреваются периферийные участки. Последние по мере развития новой звезды агрегируются, образуя конгломераты — прототипы планет, вращающиеся по орбите вокруг звезды. В пределах некоторого расстояния от формирующегося светила (в случае Солнечной системы в этой области находились Меркурий, Венера, Земля и Марс) условия оказываются настолько жёсткими, что почти все органические соединения разрушаются. Исключение составляют алифатические и ароматические углеводороды, а также микрокристаллический алмазоподобный углерод. В то же время на периферии Солнечной системы, где из-за вытянутости орбит большую часть времени находятся кометы, могут сохраняться неразрушенные сложные органические образования. Таким образом остывающая Земля при столкновении с кометами или при прохождении через её первичную атмосферу частиц хвоста кометы могла получать достаточное количество «строительного органического материала» и воды для зарождения жизни. Далее понадобилось всего 100 млн лет для появления первых протоклеточных структур. И на этой стадии важнейшими становятся процессы образования биополимеров и организации с их участием простейших надмолекулярных структур, которые бы могли выполнять роль мембран и обеспечивать примитивные механизмы трансляции и репликации живой материи.

Синтез и развитие биополимеров. Осуществление поликонденсации мономеров, рассмотренных нами ранее, с образованием биополимеров, в условиях первобытной Земли сталкивается с рядом проблем:

- Как можно объяснить тот факт, что температура окружающего микроклимата не поднималась выше

температуры разложения мономеров и их полимеров в процессе химической эволюции?

- Как появились на Земле подходящие агенты конденсации и поликонденсации?
- Насколько статистически вероятно столкновение нескольких молекул мономеров?

Для объяснения этих вопросов можно привлечь представление о зарождении примитивных форм организации жизни вне Земли, где, как отмечалось выше, температурные условия и близость молекул в кристаллической решётке твёрдой фазы может способствовать процессам роста углеводородной цепи и простейшей самоорганизации молекул. С другой стороны, обширные геологические исследования показывают, что на поверхности Земли в ранний период её существования воды, пропитывавшие земной грунт, непрерывно перемещали растворённые в них вещества из мест их образования в места накопления и концентрирования.

- Чем объясняется хиральное предпочтение в процессе формирования биомолекул?

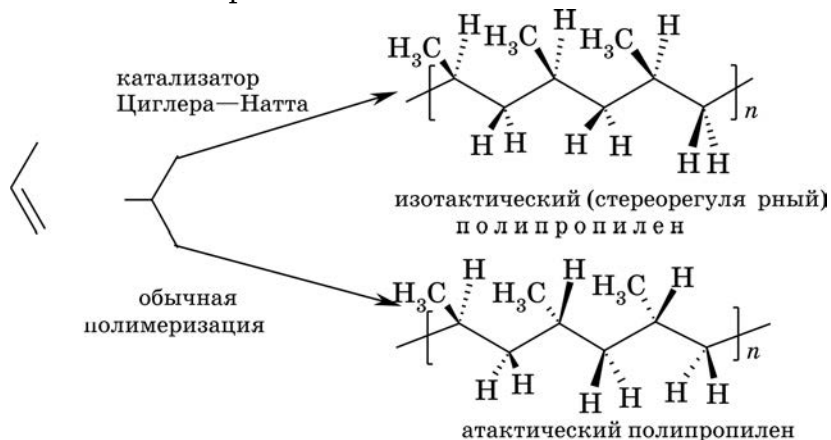
Хиральность является определяющим фактором в образовании надмолекулярных структур и при протекании биохимических процессов.

Хиральность (от греч *χέρ* — *рука*) — свойство предметов не совпадать со своим зеркальным отражением. Хиральными являются энантиомеры — стереоизомеры, обладающие одинаковыми скалярными, но разными векторными свойствами. Хиральными являются правая и левая рука, а также соответствующие перчатки. Круглый стержень является ахиральным, так как совпадает со своим зеркальным отражением. Только хиральные агенты способны различать хиральные объекты. Так, абсолютно не имеет разницы, в какой руке держать ахиральный стержень от ручки, но в то же время на правую руку легко одевается только соответствующая перчатка (подробнее см. «Хімія: проблеми викладання», 1997, вып. 7, с. 3–19).

Эксперименты Миллера и других учёных, которые моделировали условия пребиотической эволюции, дали равное количество энантиомерных продуктов. В то же время живые организмы синтезируют почти исключительно аминокислоты и углеводы относящиеся к L- и D-рядам соответственно (аминокислота орнитин, относящаяся к D-ряду, и входящая в состав антибиотика грамицидина S, образуется в результате специфического действия фермента рацемиразы на энантиомер L-ряда).

Предполагают, что следующие объекты или факторы могли определить преобладание одной из энантиомерных форм.

- ♦ Стереоселективная полимеризация на хиральном катализаторе.



Широко известным промышленным синтезом является получение из олефинов на катализаторах Циглера*—Натта** изотактических полимеров (когда каждый из повторяющихся фрагментов молекулы имеет одинаковую конфигурацию)

* Карл Циглер (1898–1973) — немецкий химик-органик, лауреат Нобелевской премии (1963). Труды в области металлорганического синтеза и химии алкенов. В 1953 г. открыл смешанный титан-алюминиевый катализатор (катализатор Циглера), на котором был получен стереорегулярный полимер.

** Джулио Натта (1903–1979) — итальянский химик-органик, лауреат Нобелевской премии (1963). Открыл в 1954 г. метод стереоспецифической полимеризации, модифицировав катализаторы, предложенные Циглером.

- ◆ Селективное разрушение одного из энантиомеров под воздействием излучения.

Так, было показано, что излучение, модулируемое распадом Sr_{90} , вызывает более быструю деструкцию D-тирозина по сравнению с L-аналогом.

- ◆ Спонтанная кристаллизация.
- ◆ Природный кварц, кристаллы которого хиральны, селективно сорбирует один из энантиомеров. Следует отметить, что сорбция на твёрдых поверхностях газообразных и жидких веществ возможно имела решающее значение при протекании жизнеформирующих процессов, так как в данном случае кристаллы могли являться матрицей, ориентирующей молекулы, а значит, и в определённой степени направляющей процессы химического синтеза в определённом направлении. По сути дела такие матрицы могли играть роль первых предбиологических катализаторов-проферментов.
- ◆ Локальное преобладание определённых энантиомерных форм в конкретном регионе Вселенной. Так, *Джон Кронин (John Cronin)* из университета штата Аризона в 1993 г. впервые показал небольшой избыток аминокислот L-ряда при анализе породы метеоритов.
- ◆ Согласно *Л. Морозову* и *В. Гольданскому*^{*}, возникновение хирально чистой биосферы из первоначально рацемической смеси могло произойти в результате своеобразной катастрофы — бифуркации. Вспомним о концепции Большого Взрыва (Big Bang), в результате которого возникла Вселенная (назовем это ВВ1). Тогда скачкообразный переход к асимметричному миру можно считать вторым эволюционным взрывом (ВВ2), а возникновение живой материи — третьим (ВВ3).

* Виталий Иосифович Гольданский (1923—2001) — российский физико-химик, академик РАН. Труды в областях теоретической, ядерной, космической физики и химии.

Особое значение имеет процесс перехода химической эволюции в биологическую. Здесь наиболее существенными являются следующие этапы.

①. Формирование надмолекулярных фазовообособленных открытых систем, способных селективно обмениваться с окружающей средой веществами и энергией и вследствие этого развиваться.

Современная клетка разделена на участки мембранными структурами, благодаря которым происходит фактическое разграничение химических и очень сложных биохимических процессов. Можно предположить, что одним из важнейших факторов, определяющих развитие упорядоченной системы из неупорядоченной смеси химических соединений в первичной окружающей среде, является возникновение протомембран.

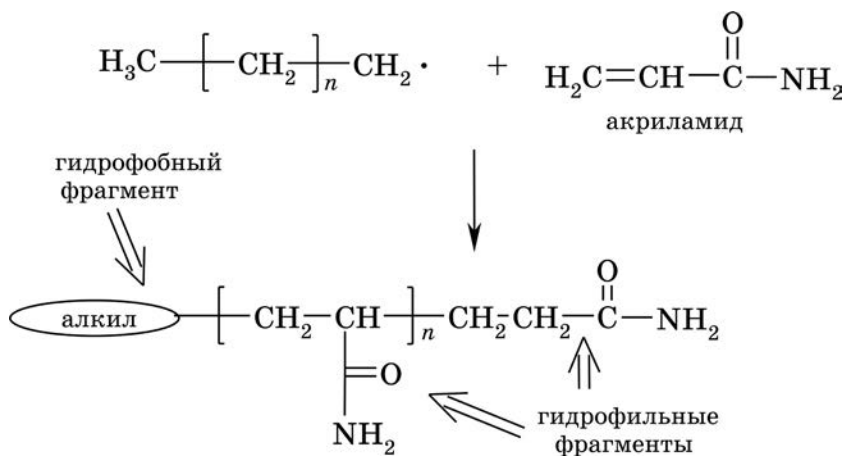
По гипотезе *Александра Опарина* объединение гидратированных макромолекул в молекулярные «рой» и последующее их скапливание в коацерватных каплях привели к появлению предбиологических систем в водах первичного океана.

Коацервация (от лат. *coacervatio* — собирание в кучу, накопление) — возникновение в растворе высокомолекулярного соединения капель, обогащённых растворённым веществом. Слияние таких капель может привести к образованию двух слоев: равновесного, с малым содержанием растворённого соединения, и коацервата, с повышенной концентрацией полимера. Различают простую коацервацию — при взаимодействии растворённого полимера с низкомолекулярным веществом (например, желатины со спиртом) — и комплексную — при взаимодействии двух полимеров, макромолекулы которых несут противоположные заряды. Хорошо изучены процессы коацервации в водных растворах белков и полисахаридов.

Было показано, что коацерватные капли, выделяющиеся из растворов различных полимерных веществ, обладают способностью обмена с окружающей средой.

При этом в зависимости от свойственной каждой капле химического состава и пространственного строения данные объекты могут расти с различной скоростью или же разрушаться. Американский биохимик *С. Фокс* из университета Майами описал экспериментальные условия, в которых полипептидные молекулы в солевых растворах образовывали протеиноидные микросферы, при этом поведение последних в присутствии АТФ во многих аспектах было подобно поведению реальных клеточных структур.

В различных условиях были получены амфифильные (т.е. несущие гидрофильные и гидрофобные фрагменты) макромолекулы, которые способны к саморганизации в мембраноподобные структуры было подобно поведению реальных клеточных структур.



Дэвид Деймер из Калифорнийского университета при смешивании экстрагированных из метеоритных пород органических веществ наблюдал их спонтанную агрегацию в сферические надмолекулярные структуры, подобные клеточным мембранам. Схожие процессы были зафиксированы и в установке, моделирующей процессы, проходящие в ледяной мантии твёрдых частиц межзвездного пространства!

2. Создание первичных механизмов репликации и трансляции живой материи.

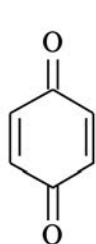
Было установлено, что некоторые низкомолекулярные полипептиды могут служить первыми примитивными катализаторами. В модели *Лесли Оргела*, экспериментально воссоздавшей потенциально предбиологические условия, олигонуклеотиды, предшественники РНК, образовывались из мононуклеотидов. При этом олигонуклеотиды могли служить матрицами при неферментативном (или проферментативном!) синтезе нуклеотидных последовательностей, являясь предшественниками реплицирующих макромолекулярных структур. В лабораториях *Дэвида Деймера* и *Альфы Михайлова* протеолитический фермент химотрипсин модифицировали через присоединение нескольких остатков пальмитиновой кислоты и ацилирование аминок групп. При этом он легко встраивался в липосомные мембраны, сохраняя ферментативную активность химотрипсина и способность последнего терять каталитическую активность при действии специфических ингибиторов. Появление высокомолекулярных полипептидов, образующих трёхмерные глобулярные структуры, ведёт уже к появлению первых энзимов.

3. Создание механизмов трансформации различных видов энергии в энергию биохимических превращений.

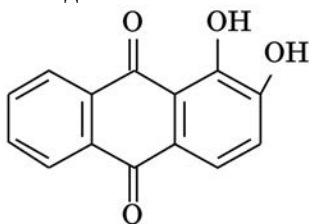
Скотт Сэндфорд и *Макс Бернштайн* из Астрохимической лаборатории NASA, моделируя процессы, протекающие в ледяной мантии твёрдых частиц межзвёздного пространства, показали возможность образования из воды и полициклических ароматических углеводородов хинонов, органических молекул, которые в живых организмах обеспечивают перенос энергии посредством стабилизации неспаренных электронов. Подобные процессы весьма существенны при трансформации посредством фотосинтеза световой энергии в химическую. Более того, в условиях первобытной Земли хиноны могли выполнять функцию

озона, защищая нежные ростки зарождающейся жизни от ультрафиолетового излучения.

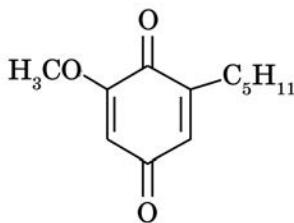
Хиноны широко распространены в природе: в частности, входят в состав растительных и животных пигментов, являются витаминами и т.д.



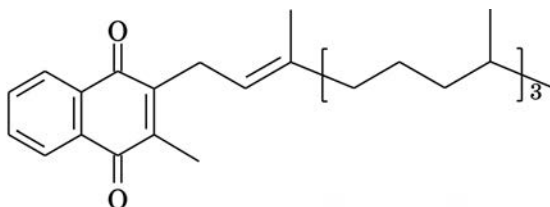
бензохинон



ализарин — краситель из листьев марены



примин — пигмент примулы



K₁ - витамин, регулирующий свертываемость крови

В данной статье рассмотрены химические аспекты происхождения Жизни. На сегодняшний день имеются достоверные экспериментальные факты, подтверждающие ранее выдвинутые гипотезы о характере и формах пребиотической эволюции. Но, безусловно, между синтезом органических молекул и надмолекулярных структур даже очень сложной структуры и созданием механизмов генетического кода, метаболизма и самовоспроизведения современных живых организмов произошёл огромный качественный скачок. Для ответа на вопрос «Как произошёл этот переход?» ещё требуются многочисленные и серьёз-

ные фундаментальные и экспериментальные исследования. В то же время, утверждая, что органические молекулы, занесённые из Космоса, смогли стать пусковым механизмом для развития жизни на Земле, мы с большой долей уверенности можем ожидать, что подобные процессы характерны и для других частей Вселенной. Как ни удивительно, но именно развитие науки и техники сделали более реальными мечты и предсказания утопистов и писателей-фантастов, которые давно и упорно по сути дела искали подтверждение универсальности законов развития Природы. И сегодня как никогда ранее мы можем сказать, что если не сама жизнь, то условия для её возникновения есть универсальная закономерность Вселенной.

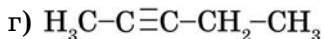
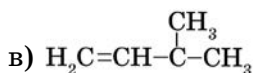
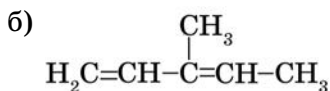
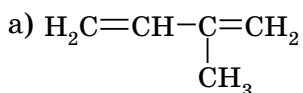
КОНТРОЛИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

Тема 2. Теория строения органических соединений

Тест 1

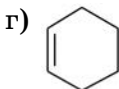
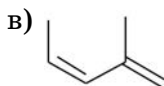
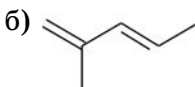
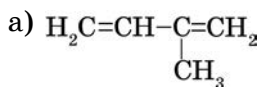
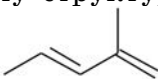
1. Укажите формулу структурного изомера вещества

следующего строения: $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}_2$



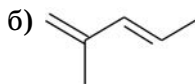
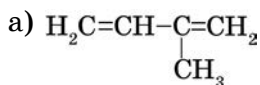
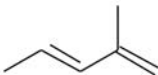
2. Укажите формулу структурного изомера вещества

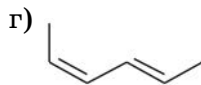
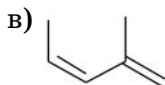
следующего строения:



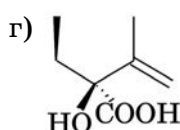
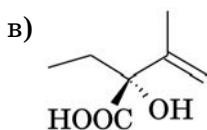
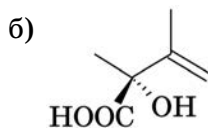
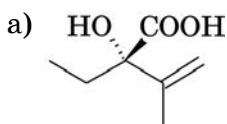
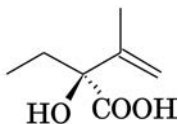
3. Укажите формулу пространственного изомера веще-

ства следующего строения:





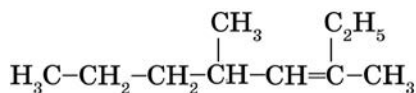
4. Укажите формулы пространственных изомеров вещества следующего строения:



Тема 3. Классификация и номенклатура органических соединений

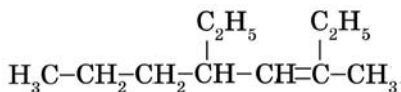
Тест 2

1. Приведите название по систематической номенклатуре соединения следующего строения:



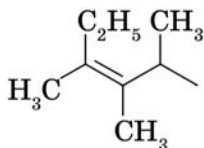
- а) 3,5-диметилоктен-3; б) 5,7-диметилоктен-3;
 в) 4-метил-2-этилгептен-2; г) 5-метил-7-этилгептен-3.

2. Приведите название по систематической номенклатуре соединения следующего строения:



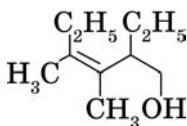
- а) 2,4-диэтилгептен-2; б) 5,7-диэтилгептен-6;
 в) 7-метил-5-этилоктен-3; г) 3-метил-5-этилоктен-3.

3. Приведите название по систематической номенклатуре соединения следующего строения:



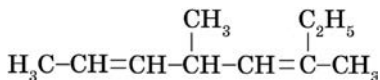
- а) *цис*-2,3-диметил-4-этилпентен-3;
 б) *цис*-2,3,4-триметилгексен-3;
 в) *транс*-2,3-диметил-4-этилпентен-3;
 г) *цис*-3,4,5-триметилгексен-5.

4. Приведите название по систематической номенклатуре соединения следующего строения:



- а) *цис*-3-метил-2,4-диэтилпентен-3-ол-1;
 б) *цис*-3,4-диметил-2-этилгексен-3-ол-1;
 в) *транс*-2,3-диметил-4-этилпентен-3-ол-1;
 г) *цис*-3,4-диметил-5-этилгексен-3-ол-6 2.

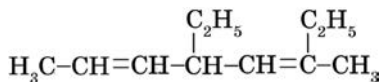
5. Приведите название по систематической номенклатуре соединения следующего строения:



- а) 3,5-диметилоктадиен-3,6;
 б) 5,7-диметилоктадиен-3,6;

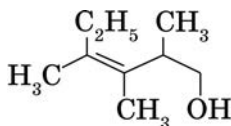
- в) 4-метил-2-этилгептадиен-2,5;
 г) 5-метил-7-этилгептадиен-3,6.

6. Приведите название по систематической номенклатуре соединения следующего строения:



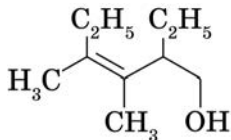
- а) 2,4-диэтилгептадиен-2,5;
 б) 5,7-диэтилгептадиен-3,6;
 в) 7-метил-5-этилоктадиен-3,6;
 г) 3-метил-5-этилоктадиен-3,6.

7. Приведите название по систематической номенклатуре соединения следующего строения:



- а) *цис*-2,3-диметил-4-этилпентен-3-ол-1;
 б) *цис*-2,3,4-триметилгексен-3-ол-1;
 в) *транс*-2,3-диметил-4-этилпентен-3-ол-1;
 г) *цис*-3,4,5-триметилгексен-3-ол-6.

8. Приведите название по систематической номенклатуре соединения следующего строения:



- а) *цис*-3-метил-2,4-диэтилпентен-3-ол-1;
 б) *цис*-3,4-диметил-2-этилгексен-3-ол-1;
 в) *транс*-2,3-диметил-4-этилпентен-3-ол-1;
 г) *цис*-3,4-диметил-5-этилгексен-3-ол-6.

Тема 4. Классификация органических реакций

Тема 5. Углеводороды

Тест 3

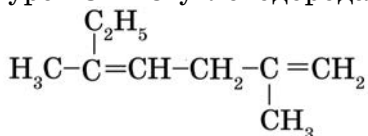
1. Молярная масса предельного углеводорода равна 128 г/моль. Укажите название алкана:

- а) пентан; б) октан; в) гексан; г) нонан.

2. Сколько существует структурных изомеров октана, главная цепь которых состоит из пяти атомов:

- а) 4; б) 6; в) 8; г) 18?

3. Укажите название по систематической заместительной номенклатуре IUPAC углеводорода строения:

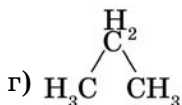
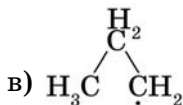
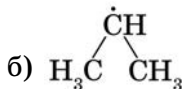
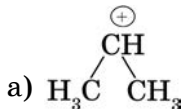


- а) 5-метил-2-этилгексадиен-2,5;
б) 5-этил-2-метилгексадиен-1,4;
в) 2,5-диметилгептадиен-1,4;
г) 3,6-диметилгептадиен-3,6.

4. Атом C_1 в метилциклопропане находится в состоянии:

- а) sp^2 ; б) sp^3 ; в) sp^3d ; г) sp .

5. Основной промежуточной частицей, возникающей при взаимодействии пропана с хлором при облучении, является:



6. Укажите число третичных атомов углерода в 2,3,3-триметил-4-этилгексане:

- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

7. Сумма всех коэффициентов в реакции бромирования изобутана равна 18. Сколько атомов водорода заместилось на атомы брома в результате реакции:

- а) 2; б) 4; в) 6; г) 8?

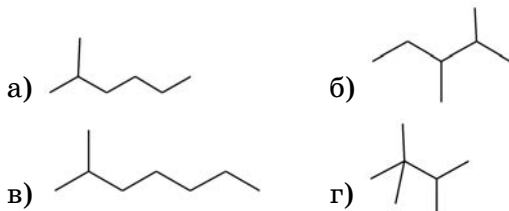
8. Определите число соединений состава C_7H_{16} , для которых характерно явление стереоизомерии:

- а) 4; б) 2; в) 0; г) 1.

9. Из какого соединения в одну стадию нельзя получить этан:

- а) C_4H_{10} ; б) C_2H_5COONa ;
в) CH_3Br ; г) $C_2H_4(OH)_2$?

10. Углеводород имеет состав: $w(C) = 84\%$; $w(H) = 16\%$. Какова структурная формула этого соединения, если известно, что оно содержит 4 первичных атома углерода, один вторичный и два третичных атома углерода?

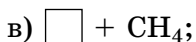


11. Укажите основной продукт реакции моногалогенирования 3-метилпентана:

- а) 1-бром-3-метилпентан; б) 2-бром-3-метилпентан;
в) 3-бром-3-метилпентан; г) 3-бромметилпентан.

12. Какие продукты могут образоваться в реакции дегидрирования бутана?

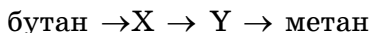




13. Укажите строение галогенпроизводного (одно!), которое необходимо ввести в реакцию Вюрца для получения 2,3-диметилбутана:

- а) 1-хлорпропан; б) 2-хлор-2-метилпропан;
в) 2-хлорпропан; г) 1-хлор-2-метилпропан.

14. Укажите промежуточные вещества X и Y при синтезе метана по схеме:



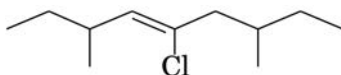
- а) X – C₂H₄, Y – C₂H₅Cl; б) X – C₂H₆, Y – C₂H₄;
в) X – CO₂, Y – CH₃OH; г) X – CH₃COOH, Y – CH₃COONa.

15. Определите строение предельного углеводорода, если при его радикальном хлорировании образовалась смесь трёх моноклорпроизводных:

- а) CH₃CH₂CH₃; б) CH₃CH₂CH₂CH₃;
в) CH₃CH₂CH₂CH₂CH₃; г) (CH₃)₃CH.

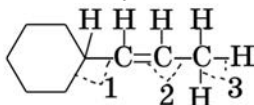
Тест 4

1. Как следует назвать данное вещество по систематической заместительной номенклатуре:



- а) 6-метил-4-хлоро-2-этилоктен-4;
б) 3,6-диметил-5-хлорононен-5;
в) 3-метил-7-этил-5-хлорооктен-4;
г) 3,7-диметил-5-хлорононен-4?

2. Углы 1, 2 и 3 в молекуле 1-циклогексилпропена-1



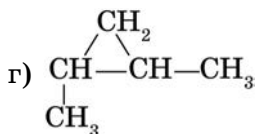
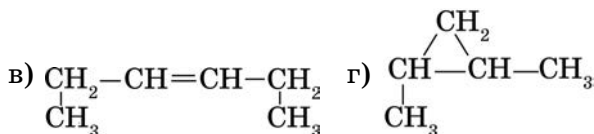
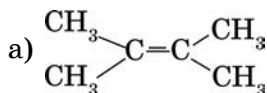
соответственно примерно равны:

- а) $120^\circ, 109^\circ, 109^\circ$; б) $109^\circ, 109^\circ, 109^\circ$;
 в) $109^\circ, 180^\circ, 109^\circ$; г) $109^\circ, 120^\circ, 109^\circ$.

3. Диастереомерия (*цис*-, *транс*-изомерия) возможна для следующих веществ:

- а) 1-хлоропропена; б) 2,2-диметилпропана;
 в) пентена-2; г) 2-хлор-3-метилбутена-2.

4. Какое из данных веществ не является структурным изомером гексена-2?



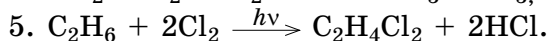
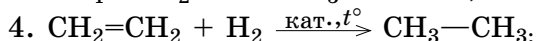
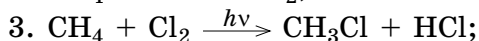
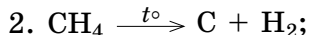
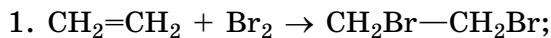
5. Какие из перечисленных соединений изомерны пентену-2:

- а) пентан; б) пентен-1;
 в) 2-метилпентен-1; г) метилциклобутан?

6. Какие реакции обусловлены наличием в алкенах π -связи:

- а) замещения; б) разложения;
 в) присоединения; г) обмена?

7. Из приведённых ниже схем реакций выберите схемы реакций замещения:



- а) 1, 4; б) 3, 5; в) 2, 3; г) 4, 5.

8. В результате реакции 2-метилбутена-2 с хлороводородом образуется:

- а) 1-хлоро-3-метилбутан;
- б) 2-хлоро-3-метилбутен-2;
- в) 2-хлоро-3-метилбутан;
- г) 2-хлоро-2-метилбутан.

9. При дегидрировании 2-метилбутана может образоваться изомерных алкенов:

- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

10. В молекуле 3,3-диметилбутина-1 число π - и σ -связей равно соответственно:

- а) 1 π , 5 σ ; б) 2 π , 5 σ ; в) 2 π , 15 σ ; г) 3 π , 14 σ .

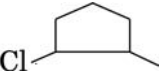
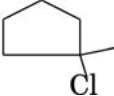
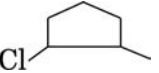
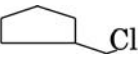
11. В каких парах вещества изомерны друг другу:

- а) винилхлорид и 1-хлорпропен;
- б) циклопропан и пропен;
- в) Z-бутен-2 и 2-метилпропен;
- г) бутан и E-бутен-2?

12. Укажите промежуточную частицу, образующуюся в реакции присоединения хлороводорода к 2-метилбутену-2:

- а) $\text{CH}_3\text{—CH}^+\text{—CH}(\text{CH}_3)_2$; б) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—}\overset{+}{\text{C}}(\text{CH}_3)_2$;
- в) $\text{CH}_3\text{—CH}^\cdot\text{—CH}(\text{CH}_3)_2$; г) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CCl}(\text{CH}_3)_2$.

13. Укажите основной продукт присоединения хлороводорода к метилциклопентену:

- а)  б) 
- в)  г) 

14. Предскажите продукт(ы) окислительного озонлиза 2-метилбутена-2:

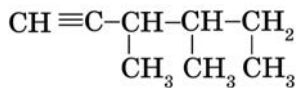
- а) $2\text{CH}_3\text{COOH}$;
- б) $2\text{CH}_3\text{COCH}_3$;
- в) $\text{H}_3\text{CCOCH}_3 + \text{CH}_3\text{COOH}$;
- г) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$.

15. В какой из реакций бромоводород будет присоединяться к непредельному углеводороду против правила Марковникова:

- а) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{HBr} \rightarrow$;
- б) $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow$;
- в) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl} + \text{HBr} \rightarrow$;
- г) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CHF}_2 + \text{HBr} \rightarrow?$

Тест 5

1. Назовите по систематической номенклатуре алкин, молекула которого имеет строение:



- а) 3,4,5-триметилпентин-1; б) 3,4-диметилгексин-1;
- в) 3,4-диметилгексин-5; г) 1,2,3-триметилпентин-4.

2. Укажите направления практического использования ацетилена:

- а) получение высокотемпературного пламени;
- б) получение растворителей;
- в) получение сажи;
- г) получение углеводов.

3. С каким веществом реагирует и пропан, и пропин:

- а) водородом; б) бромной водой;
- в) кислородом; г) водой?

4. Ацетилен можно получить:

- а) восстановлением этилена водородом;
- б) взаимодействием карбида кальция с водой;

- в) дегидрированием этана;
- г) крекингом метана.

5. На воздухе наиболее коптящим пламенем сгорает:
а) метан; б) этилен; в) ацетилен; г) этан.

6. Укажите число изомерных алкинов состава C_5H_8 :
а) 2; б) 3; в) 4; г) 5.

7. Как изменяется прочность связи между атомами углерода в ряду *этан–этен–этин*:

- а) падает; б) растёт; в) не изменяется;
- г) наиболее слабая в этане, наиболее прочная в этине?

8. Охарактеризуйте свойства ацетилена:

- а) газ (н.у.), легче воздуха;
- б) хорошо растворим в воде;
- в) почти без запаха;
- г) взрывоопасен в смеси с воздухом или кислородом.

9. Ацетилен можно превратить в ацетальдегид реакцией:

- а) гидрирования;
- б) гидратации в присутствии $HgSO_4$;
- в) окисления подкисленным водным раствором $KMnO_4$;
- г) горения.

10. Винилацетилен в основном используется для получения:

- а) изопрена; б) хлоропрена;
- в) бутадиена-1,3; г) бутена-2.

11. Какие из изомерных алкенов при взаимодействии с хлороводородом образуют 2-метил-2-хлорбутан:

- а) 2-метилбутен-2; б) пентен-1;
- в) 3-метилбутен-1; г) 2-метилбутен-1?

12. В реакции $HC\equiv CH \xrightarrow{NaNH_2/NH_3} \dots$ продуктом является соединение:

- а) 0; б) 2; в) 3; г) 4.

4. Число атомов углерода, лежащих в одной плоскости в молекуле *орто*-метилэтилбензола, равно:

- а) 6; б) 7; в) 8; г) 9.

5. Оптическая изомерия возможна у гомолога бензола:

- а) C_7H_8 ; б) C_8H_{10} ; в) C_9H_{12} ; г) $C_{10}H_{14}$.

6. Бензол нельзя получить:

- а) тетрамеризацией ацетилена;
б) дегидрированием циклогексана;
в) дегидроциклизацией гексана;
г) фракционной перегонкой каменноугольной смолы.

7. По реакции Вюрца–Фиттига (добавление металлического натрия) этилбензол можно получить из:

- а) стирола;
б) хлорбензола;
в) бензола и этилена;
г) смеси бромбензола и иодэтана.

8. В качестве бытового растворителя НЕ рекомендуется использовать:

- а) гексан; б) бензол; в) ксилол; г) циклогексан.

9. При взаимодействии пропанола-2 с бензолом в присутствии серной кислоты образуются:

- а) пропилбензол и вода;
б) только пропилбензол;
в) изопропилбензол и вода;
г) только изопропилбензол.

10. Укажите число верных утверждений из приведённых:

- а) общая формула гомологов бензола C_nH_{2n-6} ;
б) для аренов более характерны реакции замещения, а не присоединения;
в) бензол — прозрачная бесцветная жидкость при нормальных условиях;

г) для диметилбензола можно написать три позиционных изомера;

д) ароматическая связь образуется обобществлением только 6 π -электронов;

е) молекула бензола — правильный плоский шестиугольник, образуемый атомами углерода;

а) 2; б) 3; в) 4; г) 5.

11. При окислении 1-изопропил-4-метилбензола перманганатом калия НЕ может образоваться кислота:

а) бензойная; б) терефталевая;
в) 4-метилбензойная; г) 4-изопропилбензойная.

12. Укажите, как влияют алкильные группы на реакционную способность бензольного ядра:

а) увеличивают электронную плотность в ядре и способствуют реакции *орто*-замещения;

б) увеличивают электронную плотность в ядре и направляют реакции замещения в *орто*- и *пара*-положения;

в) увеличивают электронную плотность в ядре и способствуют реакции *пара*-замещения;

г) увеличивают электронную плотность в ядре и способствуют реакции *мета*-замещения.

13. 1,2,3,4,5,6-гексахлорциклогексан получают хлорированием:

а) бензола хлором на свету;

б) циклогексана хлором на свету;

в) бензола хлором в присутствии хлорида алюминия;

г) циклогексана хлором в присутствии хлорида алюминия.

14. Основным продуктом монобромирования этилбензола бромом при ультрафиолетовом освещении является:

а) *орто*-этилбензол; б) 1-бром-1-фенилэтан;

в) *пара*-бромэтилбензол; г) *мета*-бромэтилбензол.

4. Расположите приведённые ниже соединения в порядке возрастания кислотности:

1 — фенол, 2 — *m*-хлорфенол, 3 — *n*-нитрофенол, 4 — *m*-крезол, 5 — *n*-метоксифенол, 6 — 3,4-динитрофенол:

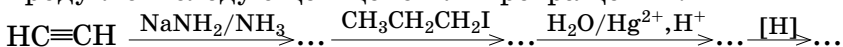
а) 3, 1, 4, 5, 2, 6; б) 1, 2, 3, 4, 6, 5;

в) 5, 4, 1, 2, 3, 6; г) 5, 4, 3, 1, 2, 6.

5. Сколько продуктов может образоваться в реакции дегидратации пентандиола-2,3:

а) 3; б) 5; в) 9; г) 10?

6. Укажите название соединения, которое является продуктом следующей цепочки превращений:



а) пент-1-ен-2-ол; б) пент-1-ин-3-ол;

в) пентан-2-ол; г) пентан-2-он.

7. 1 моль какого спирта при взаимодействии с избытком металлического натрия выделяет наибольший объём водорода:

а) этиленгликоль; б) глицерин;

в) бутантетраол-1,2,3,4; г) 2-метилпропанол-2?

8. Укажите название реагента (реагентов), которые могут окислить пропиловый спирт до карбонильного соединения:

а) оксид меди(II);

б) перманганат калия в кислой среде;

в) кислород в пламени;

г) кислород на катализаторе.

9. Укажите возможные продукты реакции дегидратации бутандиола-2,3:

1 — бутаналь; 2 — бут-3-ен-2-ол; 3 — бут-2-ен-2-ол;

4 — бутанон; 5 — ацетон.

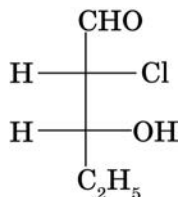
а) 4, 5; б) 1, 3; в) 2, 4; г) 3, 4.

10. Укажите название неустойчивого спирта:

а) этандиол-1,2; б) этандиол-1,1;

в) пропандиол-1,3; г) 2-метилпропанол-2.

11. Дайте название следующему соединению по заместительной номенклатуре IUPAC:

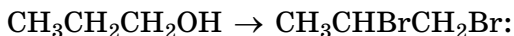


- а) 3-гидрокси-2-хлорпентановая кислота;
- б) 3-гидрокси-2-хлорпентаналь;
- в) 3-гидрокси-2-хлорбутаналь;
- г) 3-гидрокси-4-хлорпентаналь.

12. Укажите порядок изменения реакционной способности алкилгалогенидов в S_N^2 -реакциях:

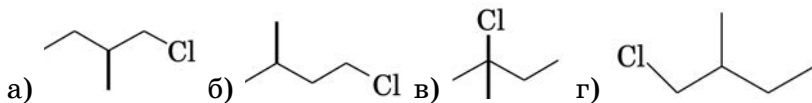
- а) $\text{CH}_3\text{X} >$ перв. $>$ втор. $>$ трет.;
- б) трет. $>$ втор. $>$ перв. $>$ CH_3X ;
- в) $\text{CH}_3\text{X} <$ перв. $>$ втор. $>$ трет.;
- г) реакционная способность не зависит от строения радикала.

13. Какую последовательность реакций необходимо провести для следующего превращения



- а) $\text{H}_2\text{SO}_4, t^\circ; \text{Br}_2;$ б) $\text{HI}, t^\circ; \text{Br}_2;$
- в) $\text{HBr}; \text{Br}_2, t^\circ;$ г) $\text{H}_2\text{SO}_4, t^\circ; 2\text{HBr}?$

14. Найдите структурную формулу соединения $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$, образующего при гидролизе продукт состава $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$. Последний при дегидратации над оксидом алюминия и последующем озонлизе превращается в смесь формальдегида и метилэтилкетона:



15. Какую из указанных реакций используют в промышленности для получения метанола:

- а) $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}}$; б) $\text{CO} + 2\text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}}$;
в) $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}}$; г) $\text{CO} + \text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ, \text{кат.}}$?

Тест 8

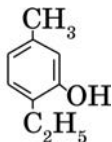
1. Качественной реакцией на фенол является реакция:

- а) этерификации; б) с гидроксидом меди;
в) «серебряного зеркала»; г) с хлоридом железа(III).

2. При взаимодействии фенола с бромной водой образуется:

- а) 2,3-дибромфенол; б) 1,3,5-трибромфенол;
в) 2,4,6-трибромфенол; г) 2,3,5-трибромфенол.

3. Соединение



имеет название:

- а) 1-этил-4-метилфенол;
б) 1-этил-2-метилфенол;
в) 5-метил-2-этилфенол;
г) 5-метил-2-этилбензол.

4. Число атомов углерода, находящихся в одной плоскости в молекуле 3,5-диэтилфенола, равно:

- а) 3; б) 6; в) 8; г) 10.

5. Массовая доля кислорода в 2,4-диметилфеноле равна массовой доле кислорода в:

- а) 3-пропилфеноле;
б) 2,4-диметилбензоле;
в) этилфениловом эфире;
г) 1,3-дигидроксибензоле.

13. Укажите соединение *Б* в схеме превращений
 ацетилен $\xrightarrow{\text{Сакт, } t^\circ}$ *А* $\xrightarrow{\text{Cl}_2/\text{AlCl}_3}$ *Б* $\xrightarrow[t^\circ]{\text{H}_2\text{O}/\text{NaOH}}$ фенол
 а) бензол; б) хлорбензол;
 в) фенолят натрия; г) 1,2-дихлорбензол.

14. Взаимодействие фенола с азотной кислотой с образованием пикриновой кислоты (2,4,6-тринитрофенола) является реакцией:

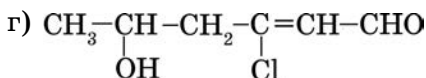
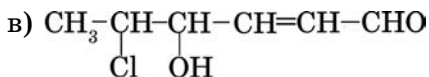
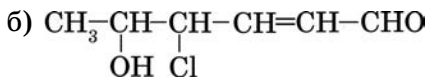
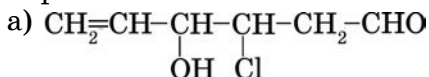
- а) замещения; б) этерификации;
 в) присоединения; г) восстановления.

15. Выделить *n*-крезол из смеси с бензолом можно последовательным действием:

- а) бромной воды, затем металлического натрия;
 б) концентрированной серной кислоты, затем щелочи;
 в) водного раствора гидроксида натрия, затем бромной воды;
 г) водного раствора гидроксида калия, затем оксида углерода(IV).

Тест 9

1. Какое вещество соответствует названию: 4-гидрокси-5-хлоргексен-2-аль?



2. В химическом сосуде находится бесцветная жидкость с характерным запахом. Она окисляется оксидом

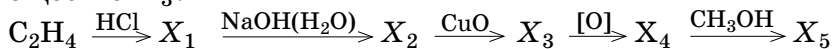
меди(II) на медной спирали в продукт, который далее в мягких условиях не окисляется. О каком веществе идёт речь:

- а) альдегиде; б) кетоне;
в) вторичном спирте; г) первичном спирте?

3. Сколько структурных изомеров, относящихся к классу карбонильных соединений, соответствует общей формуле C_4H_6O :

- а) 3; б) 4; в) 5; г) 6?

4. Чем в приведённой схеме превращений является вещество X_3 ?



- а) карбоновой кислотой;
б) галогенпроизводным углеводорода;
в) спиртом;
г) альдегидом.

5. Бром, реагируя с двойной углерод-углеродной связью, при тех же условиях не взаимодействует с карбонильной группой, так как:

- а) связь $C=O$ более прочная;
б) не образует нуклеофильную частицу;
в) имеет ковалентную неполярную связь;
г) атомы брома имеют большой радиус.

6. Наиболее сложно взаимодействие циановодорода будет протекать с веществом:

- а) бутанон; б) бутаналь;
в) 3-хлорбутанон; г) 3-метилбутанон.

7. В каких веществах не присутствует карбонильная группа:

- а) пропаналь; б) 2-этоксипропанол-1;
в) 1-метоксипропанол-1; г) пропанон?

8. Какими процессами можно получить метилбутанон:

- а) щелочным гидролизом 2,2-дихлор-3-метилбутана;
б) гидратацией метилбутина;

- а) $\text{NaOH}/\text{H}_2\text{O}$, KMnO_4/H^+ , $\text{CH}_3\text{MgBr}/\text{H}_2\text{O}$;
- б) $\text{NaOH}/\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, CuO/t° , $\text{CH}_3\text{MgBr}/\text{H}_2\text{O}$;
- в) $\text{NaOH}/\text{H}_2\text{O}$, CuO/t° , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}/\text{H}^+$;
- г) $\text{NaOH}/\text{H}_2\text{O}$, CuO/t° , $\text{CH}_3\text{MgBr}/\text{H}_2\text{O}$?

15. Укажите реакции окисления карбонильного соединения:

- а) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{\text{CuO}, t^\circ} \dots + \dots$;
- б) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O} + \dots \rightarrow \text{CO}_2 + \dots$
- в) $\dots + \text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3\text{COOH} + \dots + \dots$;
- г) $\dots + \dots \xrightarrow{\text{OH}^-} \text{CH}_2\text{BrC}(\text{O})\text{CH}_3$.

Тест 10

1. Какое из веществ имеет максимальную $t^\circ_{\text{кип}}$:

- а) пропановая кислота;
- б) пропаналь;
- в) пропанол;
- г) этилформиат?

2. В каком веществе наиболее сложно протекает реакция нуклеофильного присоединения:

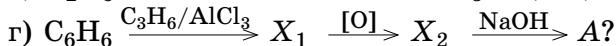
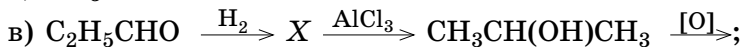
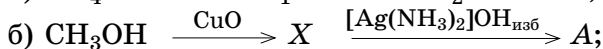
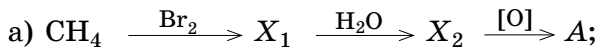
- а) этаналь;
- б) метилбутанон;
- в) бутанон;
- г) α -хлорпропионовая кислота?

3. Как назвать по систематической заместительной номенклатуре IUPAC вещество

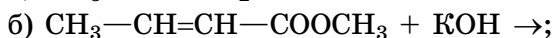


- а) 2-хлор-4-ол-валериановая кислота;
- б) 4-гидрокси-2-хлорпентановая кислота;
- в) 2-хлор-4-оксипентановая кислота;
- г) α -хлор-4-оксипентановая кислота?

4. В какой из схем продуктом А может являться карбоновая кислота:



5. Какая из схем соответствует гидролизу сложного эфира в присутствии гидроксида:



6. Какие продукты образуются при гидролизе пропилпропионата в присутствии гидроксида натрия:

а) пропилат и пропионат натрия;

б) пропилат натрия и пропионовая кислота;

в) пропанол и пропионовая кислота;

г) пропанол и пропионат натрия?

7. Чем по составу отличаются машинное и растительное масла:

а) в составе машинного масла глицириды предельных углеводов;

б) в составе растительного масла глицириды высших непредельных кислот;

в) принадлежностью к различным классам веществ (углеводороды и сложные эфиры);

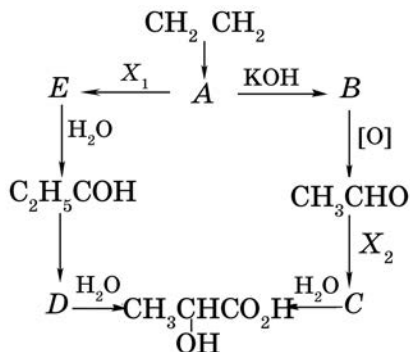
г) машинное масло не содержит непредельных соединений?

8. При помощи какого одного реактива можно распознать растворы уксусной кислоты, стеарата натрия и этанола:

а) раствором щелочи;

- б) раствором лакмуса;
- в) раствором фенолфталеина;
- г) раствором хлорного железа?

9. Назовите вещество *B* в приведённой ниже схеме:



- а) этен; б) этан; в) этин; г) этанол;
- д) этаналь; е) диметилловый эфир.

10. Назовите вещество, которое может быть использовано в качестве реактива X_1 в приведённой выше схеме:

- а) вода;
- б) хлороводород;
- в) гидроксид калия;
- г) цианид калия.

Ответы к тестовым заданиям

Номер вопроса	Номер теста									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Г	А	Г	Г	Б	Г	Г	Г	В	А
2	Г	Г	Б	Г	АБВ	А	В	В	В	Г
3	В	Б	В	АВГ	В	В	Б	В	А	Б
4	В	Б	Б	Г	БВГ	В	В	В	Г	АБ
5		А	Б	БГ	В	Г	Г	В	Б	Б
6		Г	В	В	Б	А	В	Б	Г	Г
7		Б	Г	Б	БГ	БГ	В	Б	Б	В
8		Б	Б	Г	АВГ	Б	АВГ	Г	АВГ	В
9			Г	В	Б	В	В	Б	Б	Г
10			Б	В	Б	Г	Б	Г	А	Г
11			В	БВ	АГ	А	Б	Г	Б	
12			А	Б	Б	Б	А	АВГ	В	
13			В	Б	Г	А	А	Б	Г	
14			Г	В	Г	Б	Г	А	Г	
15			В	Г	БВГ	Г	Б	Г	БВ	

СОДЕРЖАНИЕ

УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

Пояснительная записка	3
Содержание программы	7
Рекомендуемая литература и ЭСО	15

ПОСОБИЕ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ

Календарно-тематическое планирование материала	17
---	----

Методика организации

химического эксперимента

1. Практические работы. 33

Практическое занятие № 1

Работа с графическими редакторами химических формул	33
--	----

Практическое занятие № 2.

Моделирование органических молекул	33
---	----

Практическое занятие № 3.

Качественное определение углеводов	34
--	----

Практическое занятие № 4.

Качественное определение углерода, водорода и хлора в органических веществах	36
---	----

Практическое занятие № 5.

Свойства и сравнительная характеристика одноатомных, многоатомных спиртов и фенолов	37
---	----

Практическое занятие № 6.

Получение и горение уротропина	40
--	----

Практическое занятие № 7.

Получение сложных эфиров реакцией этерификации	40
---	----

Практическое занятие № 8.	
Решение экспериментальных задач на распознавание органических веществ	41
Практическое занятие № 9.	
Щелочной гидролиз жиров (получение мыла). Свойства белков молока	43
2. Лабораторные опыты	44
Лабораторный опыт 1.	
Моделирование молекул насыщенных углеводородов, их изомеров	44
Лабораторный опыт 2.	
Моделирование молекул ненасыщенных углеводородов, их изомеров	45
Лабораторный опыт 3.	
Свойства глюкозы: отношение к гидроксиду меди(II) и аммиачному раствору оксида серебра	46
Лабораторный опыт 4.	
Конструирование белковых молекул	46
3. Демонстрационный эксперимент	52
Тема «Строение органических соединений»	52
Тема «Углеводороды»	52
Тема «Монофункциональные производные углеводородов»	54
Методика проведения отдельных занятий	
1. Примеры использования алгоритмов на факультативных занятиях по химии в 11 классе	55
2. Занятие по теме «Спирты и фенолы» — урок-«ВЕРТУШКА»	58

3. Карбонильные соединения: общая характеристика, классификация, сравнительная характеристика	69
Познавательные материалы	
Алкалоиды	73
Возникновение жизни на Земле	89
Контролирующие материалы	
Тема 2. Теория строения органических соединений	107
Тест 1	107
Тема 3. Классификация и номенклатура органических соединений	108
Тест 2	108
Тема 4. Классификация органических реакций	111
Тема 5. Углеводороды	111
Тест 3	111
Тест 4	113
Тест 5	116
Тест 6	118
Тема 6. Монофункциональные производные углеводородов	121
Тест 7	121
Тест 8	124
Тест 9	126
Тест 10	129
Ответы к тестовым заданиям.	132

Учебное издание

Лахвич Фёдор Фёдорович
Травникова Ольга Михайловна

Удивительный мир органической химии

11 класс

Пособие для учителей общеобразовательных учреждений
с белорусским и русским языками обучения

Редактор	<i>Г. Н. Козлович</i>
Компьютерный набор	<i>А. И. Раманович</i>
Компьютерная вёрстка	<i>А. И. Раманович</i>
Корректор	<i>Г. Н. Козлович</i>

Подписано в печать 18.08.2010 г. Формат 60×84¹/₁₆.

Бумага газетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 7,9. Уч.-изд. л. 4,5.

Тираж 2800 экз. 1-й завод 750 экз. Заказ № 1124.

РУП «Издательство “Адукацыя і выхаванне”».

ЛИ № 02330/0552540 от 10.04.2007.

Ул. Будённого, 21, 220070, г. Минск.

Отпечатано в типографии ОАО «Промпечать».

ЛП № 02330/0494112 от 11.03.2009.

Ул. Черняховского, 3, 220049, г. Минск.

ISBN 978-985-471-395-3



9 789854 713953