

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Фаррахов Айрат Закиевич
Должность: и.о. ректора
Дата подписания: 22.06.2026 14:10:25
Уникальный программный ключ:
cc9891c8e81e86c462aad345b6cc4eb018fd0b22f

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Казанский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Центр профориентационной работы и довузовского образования

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
И.М. Ямалтеев

« 20 » июня 2026 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
«ХИМИЯ»**

| | |
|---|--|
| Форма обучения: | Очная, воскресная |
| Факультет: | Центр профориентационной работы и довузовского образования |
| Курс: | учащиеся десятых классов общеобразовательных организаций |
| Семестр: | октябрь – май |
| Практические (семинарские, лабораторные практикумы) занятия | 85 часов |
| Самостоятельная работа | 23 часов |
| Всего | 108 часов |

2026 год

Дополнительная общеобразовательная программа «Химия» включает в себя органическую химию, которая является одним из важнейших разделов химии. Она прямо или косвенно участвует в формировании мировоззрения человека, определяет его подход к окружающему миру, его понимание наблюдаемых явлений. Значительное место в программе отводится решению тестовых заданий, задач как качественного, так и количественного характера. Данный предмет может дополнить, углубить знания по предмету, способствовать удовлетворению познавательных интересов учащихся.

Данная программа предназначена для слушателей Центра профориентационной работы и довузовского образования воскресной формы обучения, обучающихся в десятых классах общеобразовательных организаций.

СОДЕРЖАНИЕ ПРЕДМЕТА

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Особенности строения атома углерода. Электронное облако и орбиталь, их формы: s, p. Электронное и электронно-графические формулы атома углерода в нормальном и возбужденном состояниях. Понятие о гибридизации атомных орбиталей, валентные состояния атома углерода (sp , sp^2 и sp^3). Валентность. Понятие первичного, вторичного, третичного и четвертичного атома углерода.

Электронная природа химической связи. Пространственная структура молекул. Простые и кратные связи, σ - и π -связи. Механизмы образования и разрыва ковалентной связи. Теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова и ее развитие в XX в. Основные положения органической химии.

Классификация химических реакций в органической химии.

Классы органических соединений: многообразие соединений углерода и его причины; основные принципы классификации. Понятия: родоначальная структура, функциональная группа, заместители, общая формула класса, гетерофункциональные соединения. Гомологические ряды классов органических соединений, гомологическая разность.

Номенклатура органических веществ: систематическая (заместительная) рациональная и тривиальная. Основные принципы построения названий в систематической номенклатуре. Основные правила номенклатуры IUPAC для органических соединений.

Алканы: электронное и пространственное строение молекул, способы получения, свойства и применение. Галогеналканы. Индукционный эффект.

Понятие о циклоалканах: электронное и пространственное строение молекул, способы получения, свойства и применение.

Алкены: электронное и пространственное строение молекул, способы получения, свойства и применение.

Алкадиены. Сопряженные алкадиены: электронное и пространственное строение молекул, способы получения, свойства и применение. Мезомерный эффект.

Алкины: электронное и пространственное строение молекул, способы получения, свойства и применение.

Ароматические углеводороды. Бензол и толуол: электронное и пространственное строение молекул, способы получения, свойства и применение. Правила ориентации в бензольном ядре. Общие свойства о нафталине и антраcene. Стирол как важнейшее производное бензола.

Производные углеводородов. Функциональная группа. Спирты. Предельные одноатомные спирты: электронное и пространственное строение молекул, способы получения, свойства и применение. Понятие о многоатомных спиртах на примере этандиола и пропантриола.

Простые эфиры: электронное и пространственное строение молекул, способы получения, свойства и применение.

Фенолы. Фенол: электронное и пространственное строение молекул, способы получения, свойства и применение. Понятие о двух- и трехатомных фенолах, их применение.

Альдегиды: электронное и пространственное строение молекул, способы получения, свойства и применение.

Кетоны: электронное и пространственное строение молекул, способы получения, свойства и применение.

Карбоновые кислоты. Предельные одноосновные кислоты: электронное и пространственное строение молекул, способы получения, свойства и применение. Мыла как соли высших карбоновых кислот. Общие сведения об ангидридах и хлорангидридах карбоновых кислот.

Понятие о непредельных одноосновных кислотах, предельных двухосновных кислотах, ароматических кислотах. Первоначальное представление об оптической изомерии на примере молочной кислоты.

Сложные эфиры: электронное и пространственное строение молекул, способы получения, свойства и применение. Полиметилметакрилат и полиэтилентерефталат.

Жиры как сложные эфиры глицерина и карбоновых кислот. Основные направления переработки и использования жиров.

Углеводы. Классификация углеводов. Общее представление о структуре молекул рибозы и дезоксирибозы как компонентов нуклеиновых кислот.

Глюкоза, фруктоза, сахароза, крахмал, целлюлоза: электронное и пространственное строение молекул, способы получения, свойства и применение.

Азотсодержащие органические соединения. Алифатические амины: электронное и пространственное строение молекул, способы получения, свойства и применение. Анилин как представитель ароматических аминов: электронное и пространственное строение молекул, способы получения, свойства и применение.

Аминокислоты. α -Аминокислоты: электронное и пространственное строение молекул, способы получения, свойства и применение. Пептиды.

Белки: структура молекул, свойства, применение. Возможности получения белков вне живых организмов (in vitro).

Нуклеиновые кислоты. Понятие об азотсодержащих гетероциклических соединениях на примере пуриновых и пиримидиновых оснований, входящих в состав нуклеиновых кислот. Структура молекул нуклеиновых кислот. Принцип комплиментарности.

Азотсодержащие гетероциклические соединения. Номенклатура. Шестичленные и пятичленные ароматические гетероциклы; способы получения, свойства и применение.

Синтетические высокомолекулярные вещества: электронное и пространственное строение молекул, способы получения, свойства и применение.

Генетические связи между основными классами органических веществ.

ТЕМЫ И СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЙ

Структура занятий по химии включает:

1. Опрос и разбор учебного материала по теме занятия
2. Решение задач и выполнение упражнений
3. Контрольная работа.

| № п/п | Темы практических занятий | Содержание занятия |
|-------|---|---|
| 1 | Теоретические основы органической химии | Предмет органической химии. Строение электронных оболочек атомов элементов I и II периодов. Электронная орбиталь, s- и p-орбитали. Электронное строение атома углерода. Положение теории А.М. Бутлерова о четырехвалентности атома углерода. Основные положения органической химии. Образование ковалентной химической связи. Основные характеристики ковалентной связи: длина, энергия, полярность, поляризуемость, пространственная направленность. Гомолитический и гетеролитический разрыв ковалентной связи. Расчетные задачи. Относительная плотность газов. Вывод молекулярной формулы веществ по относительной плотности газа и массовым долям химических элементов. |

| | | |
|----|---|---|
| 2. | Алканы и их галогенопроизводные; циклоалканы. | <p>Гомологический ряд алканов: sp^3-гибридизация, пространственное строение, физические свойства гомологов. Положение структурной теории об устойчивости углеродных цепей. Первоначальное представление о химическом строении как о порядке соединения атомов в молекуле. Изомерия углеродного скелета. Конформации молекул алканов. Номенклатура алканов. Получение алканов. Химические свойства алканов: горение, хлорирование, нитрование, термическое разложение, изомеризация. Механизм реакции S_R. Правило замещения атомов водорода в молекулах разветвленных алканов. Галогенопроизводные алканов. Индукционный эффект. Свойства галогеналканов. Механизм реакции S_N1 и S_N2. Химическое строение как порядок связывания атомов в молекулах. Строение молекул циклоалканов. Пространственная изомерия и номенклатура циклоалканов. Получение циклоалканов. Химические свойства циклоалканов: реакции присоединения и замещения. Положение теории А.М. Бутлерова о зависимости свойств веществ от химического строения. Применение циклоалканов.</p> <p>Расчетные задачи. Расчеты по химическим уравнениям с использованием понятия «объемные отношения газов».</p> |
| 3 | Алкены, алкадиены | <p>Гомологический ряд алкенов: sp^2-гибридизация, пространственное строение молекул, σ- и π-связи, изомерия углеродного скелета и положения двойной связи, геометрическая изомерия. Алкены и циклоалканы как изомеры. Номенклатура алкенов. Получение алкенов. Физические свойства алкенов. Химические свойства алкенов: горение, присоединение водорода, галогенов, воды, галогеноводородов,</p> |

| | | |
|---|-----------------------------|---|
| | | <p>окисление, полимеризация, алкилирование. Правило В.В. Марковникова.</p> <p>Генетические связи между алканами и алкенами.</p> <p>Применение алкенов.</p> <p>Гомологический ряд алкадиенов.</p> <p>Классификация. Номенклатура. Изомерия углеродного скелета и положения связей.</p> <p>Строение молекул алкадиенов: π-π-сопряжение. Катионы аллильного типа, их особенности Алкины и алкадиены как изомеры. Физические свойства.</p> <p>Химические свойства сопряженных диенов: присоединение, полимеризация, окисление. Реакция Дильса-Альдера.</p> <p>Природный каучук, его строение и свойства.</p> <p>Расчетные задачи. Вывод молекулярной формулы вещества по продуктам горения. Расчеты по химическим уравнениям с использованием понятия «массовая доля выхода продукта реакции».</p> |
| 4 | Алкины. | <p>Гомологический ряд алкинов. sp-гибридизация, пространственное строение молекул, σ- и π-связи, изомерия углеродного скелета и положения тройной связи.</p> <p>Получение ацетилена и его гомологов.</p> <p>Химические свойства ацетилена и его гомологов: горение, присоединение водорода, галогенов, воды, галогеноводородов, полимеризация, окислительная поликонденсация. Кислотные свойства ацетилена.</p> <p>Применение алкинов.</p> <p>Генетические связи между алканами, алкенами и алкинами.</p> <p>Расчетные задачи. Расчеты по химическим уравнениям с использованием понятия «массовая доля выхода продукта реакции».</p> |
| 5 | Ароматические углеводороды. | <p>Бензол. Структурная формула. Электронное строение молекулы бензола.</p> <p>Получение бензола. Физические свойства бензола. Химические свойства бензола: присоединения водорода и хлора, бромирование нитрование, алкилирование, сульфирование. Механизм реакции S_E.</p> |

| | | |
|---|------------------------|---|
| | | <p>Расчетные задачи. Расчет содержания примесей в веществе. Расчеты по уравнениям химических реакций, если одно из исходных веществ дано в избытке.</p> <p>Контрольная работа по пройденному материалу.</p> |
| 6 | Гомологи бензола. | <p>Гомологи бензола. Взаимное влияние атомов в молекуле толуола. Правила ориентации в бензольном ядре. Орто- мета- и пара-изомеры. Стирол как важнейшее производное бензола: получение из этилбензола, строение молекулы, полимеризация.</p> <p>Общие сведения о нафталине и антрацене. Генетические связи между углеводородами.</p> <p>Расчетные задачи. Расчеты по уравнениям химических реакций, если одно из исходных веществ дано в избытке.</p> <p>Разбор контрольной работы.</p> |
| 7 | Спирты, простые эфиры. | <p>Строение молекул предельных одноатомных спиртов. Функциональная группа –ОН и ее электронное строение. Водородная связь. Изомерия углеродного скелета и положения функциональной группы. Первичные, вторичные и третичные спирты. Номенклатура спиртов.</p> <p>Химические свойства спиртов: горение, взаимодействие с щелочными металлами, галогеноводородами, внутримолекулярная дегидратация, межмолекулярная дегидратация, окисление первичных и вторичных спиртов оксидом меди(II). Положение теории А.М. Бутлерова о зависимости свойств химических веществ от их строения.</p> <p>Метанол и этанол как важнейшие предельные одноатомные спирты: биологическое действие, области практического применения.</p> <p>Строение молекул многоатомных спиртов: этиленгликоля, глицерина и сорбита. Физические свойства. Химические свойства. Общие свойства с одноатомными спиртами. Особенности химических свойств многоатомных спиртов: 1)</p> |

| | | |
|---|-------------------|---|
| | | <p>комплексообразование с гидроксидом меди (II); 2) взаимодействие глицерина с низшими карбоновыми и высшими жирными кислотами, азотной кислотой; 3) реакции отщепления (E) – дегидратация этиленгликоля до ацетальдегида; 4) окисление этиленгликоля до щавелевой кислоты.</p> <p>Получение этиленгликоля (из этилена реакцией Вагнера), глицерина (из галогенпроизводных углеводов), сорбита (восстановлением глюкозы).</p> <p>Простые эфиры. Общая формула. Физические и химические свойства. Способы получения.</p> <p>Расчетные задачи. Вывод молекулярной формулы кислородсодержащего органического вещества по продуктам горения.</p> |
| 8 | Фенолы | <p>Фенолы. Строение молекулы фенола. Взаимное влияние атомов в молекуле фенола. Гидроксильная группа как ориентант I рода.</p> <p>Получение фенола кумольным способом. Физические свойства фенола.</p> <p>Химические свойства фенола: взаимодействие с натрием, раствором щелочи, бромной водой, окисление, нитрование.</p> <p>Понятие о двух- и трехатомных фенолах, их применение.</p> <p>Расчетные задачи. Использование в расчетах понятия «массовая доля вещества».</p> |
| 9 | Альдегиды, кетоны | <p>Карбонильная группа и ее особенности. Гомологические ряды альдегидов и кетонов. Номенклатура и изомерия альдегидов и кетонов.</p> <p>Получение альдегидов и кетонов. Получение уксусного альдегида гидратацией ацетилена и каталитическим окислением этилена.</p> <p>Общие свойства альдегидов и кетонов: присоединение водорода, воды, галогеноводородов, синильной кислоты, одноатомных спиртов, замещение галогенами атомов водорода при α-</p> |

| | | |
|----|---|--|
| | | <p>углеродном атоме. Сходство и различие в свойствах альдегидов и кетонов. Окисление альдегидов свежесосажденным гидроксидом меди(II). Реакция серебряного зеркала.</p> <p>Применение муравьиного, уксусного альдегидов, ацетона. Полимеризация метанала. Поликонденсация формальдегида с фенолом.</p> <p>Расчетные задачи. Комбинированные расчетные задачи.</p> |
| 10 | <p>Карбоновые кислоты и их производные. Сложные эфиры</p> | <p>Карбоксильная группа, взаимное влияние карбоксильной группы и углеводородного скелета. Классификация карбоновых кислот. Гомологический ряд предельных одноосновных кислот. Номенклатура карбоновых кислот. Получение карбоновых кислот из алканов.</p> <p>Химические свойства предельных одноосновных карбоновых кислот: взаимодействие с металлами, оксидами металлов, щелочами, спиртами. Зависимость силы кислоты от строения ее молекулы.</p> <p>Положение структурной теории о возможности установления строения органических веществ химическими методами (на примере окисления алкенов раствором перманганата калия в кислой среде). Мыла как натриевые (калиевые) соли высших карбоновых кислот. Механизм моющего действия мыла.</p> <p>Ангидриды и хлорангидриды карбоновых кислот.</p> <p>Непредельные карбоновые кислоты, их строение и свойства. Акриловая и олеиновая кислоты.</p> <p>Щавелевая кислота как представитель двухосновных карбоновых кислот.</p> <p>Молочная кислота: строение, свойства, получение. Понятие об оптической изомерии. Бензойная кислота. Фталевые кислоты.</p> <p>Строение молекул сложных эфиров. Реакция этерификации. Механизм реакции этерификации. Гидролиз сложных эфиров.</p> |

| | | |
|----|----------------------|--|
| | | <p>Метилловый эфир акриловой кислоты. Полиметилметакрилат. Поликонденсация терефталевоу кислоты и этиленгликоля. Полиэтилентерефталаат.</p> <p>Генетические связи между углеводородами и их функциональными производными.</p> |
| 11 | Жиры. Углеводы | <p>Жиры как сложные эфиры карбоновых кислот и глицерина. Жиры в природе. Гидролиз жира в живых организмах и в технике. Гидрирование жиров.</p> <p>Классификация углеводов. Рибоза и дезоксирибоза как представители пентоз.</p> <p>Глюкоза. Строение молекулы: альдегидная форма, циклические формы (α- и β-глюкоза) как внутренние полуацетали. Таутомерия. Стереоиомеры. Химические свойства глюкозы: взаимодействие с гидроксидами металлов, реакция серебряного зеркала, взаимодействие со свежесажденным гидроксидом меди(II) при обычных условиях и при нагревании, восстановление, спиртовое и молочнокислое брожение, химическая активность глюкозидного гидроксила.</p> <p>Фруктоза как изомер глюкозы.</p> <p>Сахароза: строение молекулы, физические свойства, химические свойства (образование сахаратов, гидролиз).</p> <p>Крахмал: строение молекулы, физические свойства, химические свойства (реакция с иодом, гидролиз).</p> <p>Целлюлоза: строение молекулы, физические свойства, химические свойства (образование сложных эфиров, гидролиз).</p> <p>Углеводы в природе. Биологическая роль углеводов. Применение углеводов и их производных.</p> |
| 12 | Амины и аминокислоты | <p>Амины. Классификация аминов. Предельные амины, строение их молекул. Амины как органические основания. Химические свойства алифатических аминов: горение, взаимодействие с водой и кислотами.</p> <p>Ароматические амины. Анилин: строение молекулы, физические свойства. Получение анилина по реакции Н.Н. Зинина.</p> |

| | | |
|----|---|---|
| | | Химические свойства анилина: реакции с кислотами, бромной водой, сульфирование. Аминокислоты. Строение молекул аминокислот. Оптическая изомерия. Биполярный ион. Химические свойства, обусловленные сочетанием карбоксильной и аминогруппы. α -Аминокислоты, их значение в природе и применение. |
| 13 | Белки и нуклеиновые кислоты | Пептиды и белки. Строение пептидов. Строение молекул белков: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры. Свойства белков: цветные реакции, гидролиз, денатурация. Нуклеиновые кислоты. Понятие об азотсодержащих гетероциклических соединениях. Пуриновые и пиримидиновые основания, входящие в состав нуклеиновых кислот. Нуклеозиды и нуклеотиды: состав и строение. Первичная и вторичная структура молекул ДНК. Принцип комплиментарности. Третичная структура молекул ДНК. |
| 14 | Азотсодержащие гетероциклические соединения. | Понятие о гетероциклических соединениях. Номенклатура. Пиридин: физические свойства, способы получения, химические свойства, применение. Пиррол: физические свойства, способы получения, химические свойства, применение. |
| 15 | Синтетические высокомолекулярные вещества и полимерные материалы на их основе | Общие понятия химии высокомолекулярных соединений (ВМС): мономер, полимер, структурное звено, степень полимеризации, средняя молекулярная масса. Классификация ВМС. Линейная, разветвленная и пространственная структура полимеров. Особенности полимерного состояния вещества. Аморфное и кристаллическое состояние полимеров. Зависимость свойств полимеров от их строения. Способы получения полимеров: полимеризация, сополимеризация, полимеризация с раскрытием цикла, поликонденсация. Классификация пластмасс. Термопластичные полимеры (полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, |

| | | |
|----|--|---|
| | | <p>полистирол, полиметилметакрилат). Термореактивные полимеры (фенолформальдегидные смолы). Наполненные пластмассы. Синтетические каучуки, их специфические свойства и применение. Стереорегулярные каучуки. Резина. Синтетические волокна. Полиэфирные, полиамидные, полиакрилонитрильные волокна: строение, свойства, применение.</p> |
| 16 | Генетическая связь между классами органических соединений. | <p>Составление уравнений реакций, иллюстрирующих схемы, в которых оговорены все или только отдельные этапы. Контрольная работа.</p> |
| 17 | Итоговое занятие | <p>Анализ результатов контрольной работы. Решение задач.</p> |

ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ЗАДАЧ

| Определяемые величины, размерность | Формула | № фор- мулы |
|---|---|----------------|
| Молярная концентрация, моль/л | $C_M = \frac{n(\text{вещества})}{V(\text{раствора})}$ | [1] |
| Массовая доля растворенного вещества X, % | $\omega(X) = \frac{m(\text{вещества X})}{m(\text{раствора})} \cdot 100$ | [2] |
| Объемная доля газа X, % | $\varphi = \frac{V(X)}{V(X) + V(Y) + \dots}$ | [3] |
| Массовая доля вещества X в смеси, % | $\omega(X) = \frac{m(X)}{m(X) + m(Y) + \dots} \cdot 100$ | [4] |
| Массовая доля элемента Э в соединении X, % | $\omega(\text{Э}) = \frac{n(\text{Э}) \cdot Ar(\text{Э})}{Mr(\text{вещества})} \cdot 100$ | [5] |
| Масса раствора, г | $m(\text{раствора}) = m(X) + m(\text{растворителя})$ | [6] |
| | $m(\text{раствора}) = V(\text{раствора}) \cdot \rho(\text{раствора})$ | [7] |
| Количество вещества, моль | $v = \frac{m(X)}{M(X)}$ | [8] |
| | $v = \frac{V(X)}{V_m}$ $V_m = 22,4 \text{ л/моль, при н.у.}$ | [9] |
| Плотность газа X по газу Y | $D_Y(X) = \frac{M(X)}{M(Y)}$ | [10] |
| Плотность вещества X, г/см ³ , г/мл | $\rho = \frac{m(X)}{V(X)}$ | [11] |
| Выход продукта массовый, % | $\eta = \frac{m(\text{практическая})}{m(\text{теоретическая})} \cdot 100$ | [12] |

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ЗАДАЧ

1. Определение молекулярной формулы по массовым долям

Основные используемые формулы: [5]

Задание.

Некоторое органическое вещество содержит по массе 11,97% азота, 51,28% углерода и 27,35% кислорода. Определите молекулярную формулу вещества.

Решение

Обозначим молекулярную формулу органического вещества А как C_xH_yN_zO_w и вычислим процентное содержание водорода:

$$\omega(\text{H})\% = 100\% - 11,97\% - 51,28\% - 27,35\% = 9,4\%$$

Атомы в молекуле вещества А соотносятся между собой следующим образом:

$$x : y : z : w = 51,28/12 : 9,4/1 : 11,97/14 : 27,35/16 = 4,2733 : 9,4 : 0,855 : 1,7094 = 5 : 11 : 1 : 2$$

Молекулярная формула вещества А – $C_5H_{11}NO_2$.

2. Определение молекулярной формулы по плотности по газу

Основные используемые формулы: [10]

Задание.

Плотность предельного первичного амина по кислороду составляет 1,844. Установить формулу амина.

Решение.

Общая формула первичных предельных аминов имеет вид: $C_nH_{2n+1}NH_2$

Определим молярную массу амина.

$M_r(R-NH_2) = M(O_2) \cdot D_{O_2} = 32 \cdot 1,844 = 59$ г/моль.

Аминогруппа NH_2 имеет молярную массу 16 г/моль,

отсюда масса углеводородного радикала C_nH_{2n+1} составит $59 - 16 = 43$ г/моль.

Определим его состав.

$$14n + 1 = 43$$

$$14n = 42, n = 3.$$

Это радикал пропила C_3H_7 -

Искомое вещество - пропиламин, (либо изопропиламин) $C_3H_7NH_2$.

3. Определение простейшей и истинной формулы

Основные используемые формулы: [5], [8]

Задание.

В состав органического вещества входят углерод, водород и кислород, имеющие массовую долю в веществе соответственно 40%, 6,67% и 53,33% (масс.) Относительная плотность паров вещества по гелию составляет $D_{He} = 15$. Установить простейшую и истинную формулу вещества.

Решение.

Общая формула вещества $C_xH_yO_z$.

Взяв 100 граммов вещества, определим молярное отношение компонентов.

$$n(C) = m/Ar = 40/12 = 3,33 \text{ моль.}$$

$$n(H) = m/Ar = 6,67/1 = 6,67 \text{ моль.}$$

$$n(O) = m/Ar = 53,33/16 = 3,33 \text{ моль.}$$

$$\text{Отсюда, } x:y:z = 3,33:6,67:3,33 = 1:2:1$$

Простейшая формула CH_2O .

Определим молярную массу вещества.

$$M_r = Ar(He) \cdot D_{He} = 4 \cdot 15 = 60 \text{ г/моль.}$$

Молярная масса простейшей формулы (CH_2O) составляет 30 г/моль, следовательно индексы формулы нужно умножить на $60/30 = 2$.

Итак, истинная формула вещества - $C_2H_4O_2$,

это может быть уксусная кислота CH_3COOH .

4. Определение молекулярной формулы по массе известного реагента

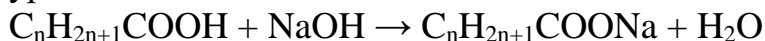
Основные используемые формулы: [8]

Задание.

10,2 грамма предельной одноосновной карбоновой кислоты полностью нейтрализовано гидроксидом натрия массой 4 грамма. Установить формулу кислоты.

Решение.

Общая формула предельных одноосновных карбоновых кислот имеет вид: $C_nH_{2n+1}COOH$. Со щелочами (напр., с NaOH) они реагируют по общему уравнению:



Из уравнения видно, что количества вещества реагентов относятся как 1:1
 $n(C_nH_{2n+1}COOH) = n(NaOH)$.

Тогда, в нашей задаче количество вещества кислоты равно:

$$n(C_nH_{2n+1}COOH) = n(NaOH) = m/Mr = 4/40 = 0,1 \text{ моль.}$$

Определим молярную массу кислоты:

$$Mr = m/n = 10,2/0,1 = 102 \text{ г/моль.}$$

Карбоксильная группа COOH имеет молярную массу 45 г/моль, отсюда масса углеводородного радикала C_nH_{2n+1} составит $102 - 45 = 57$ г/моль.

Определим его состав.

$$14n + 1 = 57$$

$$14n = 56, n = 4.$$

Это радикал бутила C_4H_9 -

Искомое вещество - пентановая (валериановая) кислота C_4H_9COOH либо ее изомеры.

5. Определение молекулярной формулы по продуктам горения

Основные используемые формулы: [5], [8], [9]

5.1. Задание.

При сгорании некоторой массы углеводорода образовалось 7,84 л. (н.у.) углекислого газа и 7,2 грамма воды. Определить формулу углеводорода.

Решение.

Общая формула углеводородов C_xH_y .

Определим молярное соотношение компонентов.

$$n(C) = n(CO_2) = V/Vm = 7,84/22,4 = 0,35 \text{ моль.}$$

$$n(H) = 2 * n(H_2O) = m/Mr = 2 * (7,2/18) = 0,8 \text{ моль.}$$

$$x:y = 0,35:0,8 = 7:16.$$

Простейшая формула C_7H_{16} .

Она соответствует общей формуле класса предельных углеводородов C_nH_{2n+2} и, таким образом, является истинной формулой.

5.2. Задание.

При сгорании 7,5 г органического вещества образовалось 11,2 л. оксида углерода IV и 13,5 г. воды, плотность этого вещества по метану составляет 1,875. О каком веществе идет речь?

Решение.

Молярная масса вещества составит $M = d \cdot M(\text{CH}_4) = 1,875 \cdot 16 = 30$.

В 11,2 л. CO_2 содержится $m = V/V_M = 11,2/22,4 = 0,5$ моль углерода (это 6 граммов).

В 13,5 г. воды содержится $2 \cdot 13,5/18 = 1,5$ моль водорода (1,5 граммов). $6 + 1,5 = 7,5$ г, что совпадает с исходной массой, то есть вещество содержит только С и Н.

Их отношение $0,5:1,5 = 1:3$.

Этому отношению соответствует этан C_2H_6 ($2:6 = 1:3$), который имеет $M = 30$, что мы установили в самом начале.

5.3. Задание.

Вещество содержит углерод, водород и хлор. При сгорании 1,434 г этого вещества образовалось 0,528 г оксида углерода (IV) и 0,108 воды. Плотность пара данного вещества по воздуху равна 4,12. Выведите его молекулярную формулу.

Решение.

Углерода в веществе было $m(\text{C}) = 0,528(\text{Ar}(\text{C})/\text{Mr}(\text{CO}_2)) = 0,528(12/44) = 0,144$ г.

Водорода, по аналогии, $0,108(2/18) = 0,012$ г.

Отсюда, хлора было $1,434 - 0,144 - 0,012 = 1,278$ г.

Углерода $0,144/12 = 0,012$ моль, водорода $0,012/1 = 0,012$ моль, хлора $1,278/35,5 = 0,036$ моль.

$\text{C}:\text{H}:\text{Cl} = 1:1:3$

CHCl_3

По плотности определим молярную массу вещества.

$4,12 \cdot 29 = 119,5$.

Это совпадает с молярной массой хлороформа.

Ответ: CHCl_3 .

6. Определение состава и молекулярной формулы вещества по продуктам горения

Основные используемые формулы: [8], [9]

Задание.

Сожгли 45,4 грамма неизвестного органического вещества. В результате выделилось: 31,36 л. (н.у.) углекислого газа, 6,72 л. азота и 9 граммов воды. Установить состав вещества, предположить его строение.

Решение.

Вещество, судя по продуктам горения, может иметь состав $\text{C}_a\text{H}_b\text{N}_c$, либо $\text{C}_a\text{H}_b\text{N}_c\text{O}_d$.

Определим молярное отношение и массы компонентов.

$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = V/V_m = 31,36/22,4 = 1,4$ моль.

Масса углерода $m = \text{Ar} \cdot n = 12 \cdot 1,4 = 16,8$ грамма.

$n(\text{H}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{O}) = m/M_r = 2 \cdot (9/18) = 1$ моль.

Масса водорода $m = A_r \cdot n = 1 \cdot 1 = 1$ грамм.

$n(\text{N}) = 2n(\text{N}_2) = 2V/V_m = 2 \cdot 6,72/22,4 = 0,6$ моль.

Масса азота $m = A_r \cdot n = 14 \cdot 0,6 = 8,4$ грамма.

Сумма масс составит $16,8 + 1 + 8,4 = 26,2$ г.

Это меньше массы исходного вещества, значит, в состав входит еще и кислород. Его масса составит $45,4 - 26,2 = 19,2$ грамма, $n(\text{O}) = m/A_r = 19,2/16 = 1,2$ моль.

Тогда, $a:b:c:d = 1,4:1:0,6:1,2 = 7:5:3:6$.

Искомая формула $\text{C}_7\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_6$.

Веществом такого состава может быть, например, 2,4,6-тринитрометилбензол.

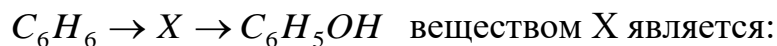
$\text{C}_6\text{H}_2(\text{CH}_3)(\text{NO}_2)_3$.

ПРИМЕРЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

Примерный вариант контрольной работы по теме: «Алканы и их галогенопроизводные, циклоалканы»

- В гибридизации в атомах углерода в алканах задействованы орбитали:
1) одна s и одна p 2) одна s и две p 3) одна s и три p 4) две s и три p
- Связь C - H в молекулах алканов:
1) ионная 2) ковалентная неполярная
3) ковалентная слабополярная 4) ковалентная сильнополярная
- Число первичных, вторичных, третичных и четвертичных атомов углерода в молекуле 2,2,4-триметилпентана равно соответственно:
1) 5, 1, 1, 1 2) 2, 1, 1, 1 3) 4, 1, 2, 1 4) 2, 3, 1, 1
- Укажите формулу предельного углеводорода:
1) C_2H_6 2) C_3H_4 3) C_2H_2 4) C_6H_{12}
- Гомологами являются вещества нормального строения:
1) $\text{C}_{17}\text{H}_{36}$ и $\text{C}_{14}\text{H}_{30}$ 2) CH_4 и C_2H_4 3) C_6H_{12} и C_6H_{14} 4) C_3H_8 и $\text{C}_{10}\text{H}_{20}$
- Исключите лишнее вещество в ряду:
1) 2,2-диметилбутан 2) 3-этилпентан
3) н-гексан 4) 2-метилпентан
- Найдите пару изомеров:
1) 2,2-диметилпропан и н-пропан 2) н-гексан и 2-метилбутан
3) 2,3-диметилпентан и 2,3-диэтилгексан 4) метан и этан
- Выберите углеводород, плотность паров которого по водороду равна 8:
1) метан 2) этан
3) пропан 4) бутан
- Укажите алкан, 1 л которого при нормальных условиях весит 2,59 г:
1) этан 2) пропан
3) бутан 4) верного ответа среди перечисленных нет
- В результате реакции Вюрца из 2-йодбутана получается:

2. В схеме превращений:

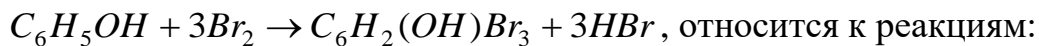


- 1) этин 2) этан 3) бромбензол 4) хлорэтен

3. Пропанол взаимодействует с веществом, формула которого:

- 1) H_2O 2) HBr 3) $NaOH$ 4) CaO

4. Химическая реакция, уравнение которой:



- 1) замещения 2) обмена 3) этерификации 4) окисления

5. Верны ли следующие суждения о свойствах многоатомных спиртов:

А. Кислотные свойства многоатомных спиртов выражены гораздо слабее, чем у одноатомных спиртов.

Б. В отличие от одноатомных спиртов, многоатомные спирты вступают в реакцию с некоторыми основаниями, например, гидроксидом меди(II).

- 1) верно 2) верно 3) верны оба 4) оба суждения
только А только Б суждения неверны

6. Слабый раствор щелочи, окрашенный фенолфталеином, обесцвечивается при приливании к нему водного раствора:

- 1) этанола 2) глицерина 3) фенола 4) метанола

7. Этанол может взаимодействовать с каждым из двух веществ, формулы которых:

- 1) Al и CaO 2) Ca и HBr 3) $NaOH$ и O_2 4) H_2 и HCl

8. Верны ли следующие суждения о свойствах фенола:

А. Фенол вступает в реакцию с щелочными металлами.

Б. В отличие от одноатомных спиртов, фенол реагирует с растворами щелочей.

- 1) верно 2) верно 3) верны оба 4) оба суждения
только А только Б суждения неверны

9. Белая взвесь, оседающая в виде осадка, образуется при действии брома на:

- 1) этилен 2) этанол 3) фенол 4) этиленгликоль

10. Фенол **не реагирует** с веществом, формула которого:

- 1) $FeCl_3$ 2) HNO_3 3) $NaOH$ 4) HCl

11. Бутанол-2 и гидроксид калия образуются при взаимодействии:

- 1) 1-хлорбутана и 2) 1-хлорбутана и 3) 2-хлорбутана и 4) 2-хлорбутана и
водного спиртового водного спиртового
раствора KOH раствора KOH раствора KOH раствора KOH

12. И с азотной кислотой, и с гидроксидом меди(II) будет реагировать:

- 1) фенол 2) глицерин 3) этанол 4) этилен

13. Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



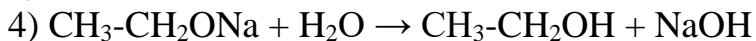
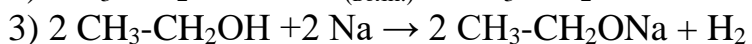
Укажите условия протекания реакций. Используйте структурные формулы органических веществ.

14. При действии избытка натрия на смесь этилового спирта и фенола выделилось 6,72 л водорода (н.у.). Для полной нейтрализации этой смеси потребовалось 20 мл 40%-го раствора гидроксида натрия (плотность 1,4 г/мл). Определите массовые доли веществ в исходной смеси.

ОТВЕТЫ

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 |

13. Ответ:



14. Ответ: $\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 35,87\%$, $\omega(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 64,13\%$

ЛИТЕРАТУРА

1. Химия. Пособие-репетитор для поступающих в вузы. Под редакцией Егорова А.С. Ростов на Дону: Феникс, 2010.

2. Новошинский И.И., Новошинская Н.С. Химия. 8 класс. М.: Русское слово, 2008.

3. Новошинский И.И., Новошинская Н.С. Химия. 9 класс. М.: Русское слово, 2008.

4. Новошинский И.И., Новошинская Н.С. Химия. 10 класс. М.: Русское слово, 2009.

5. Новошинский И.И., Новошинская Н.С. Химия. 11 класс. М.: Русское слово, 2010.

6. Габриелян Ю.С. Химия. 10 класс. М.: Дрофа, 2007.

7. Габриелян Ю.С., Лысова Г.Г. Химия. 11 класс. М.: Дрофа, 2002.

8. Лидин Р.А., Молочко В.А., Андреева Л.Л. Химия для школьников старших классов и поступающих в вузы. М.: Дрофа. 2001.

9. Новошинский И.И., Новошинская Н.С. Типы химических задач и способы их решения. М.: Русское слово, 2012.

10. Хомченко И.Г. Сборник задач и упражнений по химии. М.: Новая волна, 1996.

11. Биорганическая химия Н.А.Тюкавкина, Ю.И.Бауков.- М.: