

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Мухарьямова Лайсан Азизовна
Должность: и.о.первого проректора
Дата подписания: 12.03.2026 18:04:43
Уникальный программный ключ:
b57b96507511d4669a7e8b1e807a3d3e7412a55d

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Казанский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Отделение довузовского образования

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора

И.М. Ямалшеев



2025 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
«ХИМИЯ»

Форма обучения: Очная, воскресная
Факультет: отделение 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

2025 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 отделения 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 ИУРАС 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 антрацене. 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. Шести- 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. 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 комплементарности. 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). Терморезистивные 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

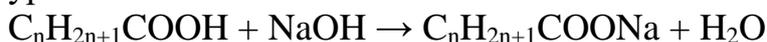
Основные используемые формулы: [8]

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.

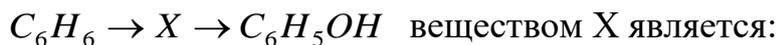
$\text{C}_6\text{H}_2(\text{CH}_3)(\text{NO}_2)_3$.

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-диметилоктан 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:

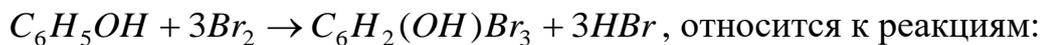


- 1) этин 2) этан 3) бромбензол 4) хлорэтен

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 BaO 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:



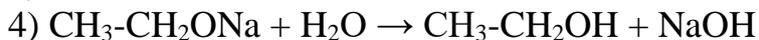
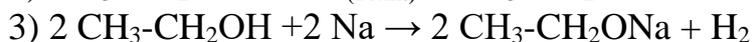
Укажите условия протекания реакций. Используйте структурные формулы органических веществ.

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.: