

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение
лицей №533 «Образовательный комплекс «Малая Охта»
Красногвардейского района Санкт-Петербурга

РАССМОТРЕНО

МО учителей естественно-
научного цикла

Соловьёва Е.Ю.

Протокол №5 от «09» июня
2025 г.

РАССМОТРЕНО

МО учителей естественно-
научного цикла

Соловьёва Е.Ю.
от «09» июня 2025 г.

Протокол №5 от «09» июня
2025 г.

РАССМОТРЕНО

МО учителей естественно-
научного цикла

Полуаршинова Н.Г.
от «09» июня 2025 г.

Протокол №5 от «09» июня
2025 г.

СОГЛАСОВАНО

по УВРЗаме

Куц М.И.

от «09» июня 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧИТЕЛЯ

по внеурочной деятельности по химии

«Химия и жизнь»

Класс/параллель 11 класс

учитель Григорьева Наталья Сергеевна, высшая кк

Пояснительная записка

Программа внеурочной деятельности «Химия и жизнь» разработана для обучающихся **11 класса** в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов:

- Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.12.2010 № 1897;
- Федерального закона Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.06.2017 № 506 «О внесении изменений в федеральный компонент государственных образовательных стандартов начального, основного и среднего образования, утвержденных приказом Министерства образования Российской Федерации от 05.03.2004 №1089.

Программа по внеурочной деятельности для 11 класса «Химия и жизнь» (далее – Рабочая программа) составлена на основе авторских программ элективных курсов О.С.Габриеляна, Т.Е.Деглиной «Экспериментальное решение задач по химии», «Химия в задачах и упражнениях», : Дрофа, Москва, 2007 год и В.Г.Денисовой «Способы решения расчётных задач по химии»

Программа рассчитана на 68 часов, 2 часа в неделю.

Данная программа направлена на изучение отдельных разделов химии, связанных с изучением различного рода задач, даёт распределение учебных часов по разделам курса, последовательность изучения тем и разделов с учётом межпредметных и внутрипредметных связей, логики учебного процесса, возрастных особенностей обучающихся. В программе определён перечень демонстраций, лабораторных опытов, практических занятий и расчётных задач. Программа предусматривает теоретическое решение задач, практическое их выполнение и экспериментальную проверку результатов вычислений. Для решения одних задач четко заданы значения масс и объёмы реактивов, для решения других требуется вначале конкретизировать условия задачи, проведя необходимые измерения, а лишь потом производить расчет, третьи задачи можно решить только экспериментальным путём. При этом обучающиеся, с одной стороны, углубляют свои знания по определенной теме, а с другой — расширяют представления о химии сведениями, важными в общеобразовательном отношении.

В связи с внедрением ФГОС общего образования настоящая рабочая программа предусматривает анализ собственной деятельности учителя для того, чтобы реализовать цели, обозначенные в стандартах, организовать их методическое сопровождение, обеспечить достижение новых образовательных результатов, измерить уровень сформированности образовательных результатов.

Рабочая программа предусматривает формирование у обучающихся общеучебных умений и навыков, универсальных способов деятельности и ключевых компетенций. В этом направлении приоритетами являются: использование для познания окружающего мира различных методов (наблюдения, измерения, опыты, эксперимент); проведение практических и лабораторных работ, несложных экспериментов и описание их результатов; использование для решения познавательных задач различных источников информации; соблюдение норм и правил поведения в химической лаборатории, в окружающей среде, а также правил здорового образа жизни.

Цель курса:

расширение и углубление знаний, получаемых на уроках химии; развитие и укрепление навыков экспериментирования; подготовка к сдаче ЕГЭ по химии.

Основные задачи курса:

Образовательные:

- 1) формирование умений и знаний при решении различных типов задач по химии; формирование умений наблюдать и объяснять химические явления, происходящие в природе, быту;
- 3) повторение, закрепление основных понятий, законов, теорий, а также научных фактов, образующих химическую науку.

Воспитательные:

- 1) создание педагогических ситуаций успешности для повышения собственной самооценки и статуса учащихся в глазах сверстников, педагогов и родителей;
- 2) формирование познавательных способностей в соответствии с логикой развития химической науки;
- 3) содействие в профориентации школьников.

Развивающие:

- 1) развивать у школьника умение выделять главное, существенное в изученном материале, сравнивать, обобщать изученные факты, логически излагать свои мысли при решении задач;
 - 2) развивать самостоятельность, умение преодолевать трудности в учении;
 - 3) развивать эмоции обучающихся, создавая эмоциональные ситуации удивления, занимательности, парадоксальности;
-) продолжить обучение технике подготовки и проведения химического эксперимента, учить приемам решения творческих задач, поиску альтернативного решения, комбинированию ранее известных способов решения, анализу и сопоставлению различных вариантов решения, учить активно мыслить;
-) расширять профессиональный кругозор, эрудицию, повышать общий уровень образованности и культуры.

В данной программе предусмотрено использование как пассивных, так и активных **методов обучения**. При этом во время занятий предусмотрены следующие формы работы: индивидуальная - выполнение индивидуальных заданий; парная – выполнение заданий и упражнений в «парах сменного состава», групповая- проведение эксперимента; коллективная - обсуждение проблем, возникающих по ходу занятий, просмотр демонстраций.

Программа построена с учетом метапредметных связей с курсом физики класса, биологии, экологии, математики.

Планируемые результаты освоения курса внеурочной деятельности

Курс рассчитан на приобретение обучающимися следующих компетенций:

личностных:

- в ценностно-ориентационной сфере — чувство гордости за российскую химическую науку, гуманизм, отношение к труду, целеустремленность;
- в трудовой сфере — готовность к осознанному выбору дальнейшей образовательной траектории;
- в познавательной (когнитивной, интеллектуальной) сфере — умение управлять своей познавательной деятельностью.

метапредметных:

- использование умений и навыков, полученных на данном курсе для изучения различных сторон окружающей действительности;
- использование основных интеллектуальных операций: формулирование гипотез,

анализ и синтез, сравнение, обобщение, систематизация, выявление причинно-следственных связей, поиск аналогов;

- умение генерировать идеи и определять средства, необходимые для их реализации;
- умение определять цели и задачи деятельности, выбирать средства реализации цели и применять их на практике;
- использование различных источников для получения химической информации.
- использование логических операций для решения поставленных задач
- *предметных:*
- *В познавательной сфере:*
- описывать демонстрационные и самостоятельно проведенные эксперименты, используя для этого естественный (русский) язык и язык химии;
- описывать и различать изученные классы органических и неорганических веществ;
- классифицировать изученные объекты и явления;
- наблюдать демонстрируемые и самостоятельно проводимые опыты, химические реакции;
- делать выводы и умозаключения из наблюдений, изученных химических закономерностей, прогнозировать свойства неизученных веществ по аналогии со свойствами изученных;
- структурировать изученный материал и химическую информацию, полученную из других источников;
- составлять алгоритмы решения задач и пользоваться имеющими;
- самостоятельно находить верные пути решения химических задач;
- находить наиболее рациональный путь решения химических задач;
- *В ценностно-ориентационной сфере:*
- анализировать и оценивать последствия для окружающей среды бытовой и производственной деятельности человека, связанной с переработкой веществ.
- *В трудовой сфере:*
- проводить химический эксперимент.
- *В сфере безопасности жизнедеятельности:*
- оказывать первую помощь при отравлениях, ожогах и других травмах, связанных с веществами и лабораторным оборудованием.

Обучающийся научится:

- понимать физический смысл Периодического закона Д.И. Менделеева и на его основе объяснять зависимость свойств химических элементов и образованных ими веществ от электронного строения атомов;
- применять правила систематической международной номенклатуры как средства различения и идентификации веществ по их составу и строению;
- составлять молекулярные и структурные формулы органических веществ как носителей информации о строении вещества, его свойствах и принадлежности к определенному классу соединений;
- характеризовать органические вещества по составу, строению и свойствам, устанавливать причинно-следственные связи между данными характеристиками вещества;
- приводить примеры химических реакций, раскрывающих характерные свойства типичных представителей классов органических веществ с целью их идентификации и объяснения области применения;
- владеть правилами и приемами безопасной работы с химическими веществами и лабораторным оборудованием;

- проводить расчеты на нахождение молекулярной формулы углеводорода по продуктам сгорания и по его относительной плотности и массовым долям элементов, входящих в его состав;

- владеть правилами безопасного обращения с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии.

Обучающийся получит возможность научиться:

- устанавливать генетическую связь между классами органических веществ для обоснования принципиальной возможности получения органических соединений заданного состава и строения.

- проводить расчеты на основе химических формул и уравнений реакций: нахождение молекулярной формулы органического вещества по его плотности и массовым долям элементов, входящих в его состав, или по продуктам сгорания; расчеты массовой доли (массы) химического соединения в смеси; расчеты массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси); расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного; расчеты теплового эффекта реакции; расчеты объемных отношений газов при химических реакциях; расчеты массы (объема, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определенной массовой долей растворенного вещества;

- описывать состояние электрона в атоме на основе современных квантово-механических представлений о строении атома для объяснения результатов спектрального анализа веществ.

Учебно-тематический план

№ п/п	Раздел, тема	Количество часов
1.	Основные расчётные задачи в химии	26
2.	Задачи в органической химии	10
3.	Задачи в неорганической химии	28
4.	Повторение	2
	Резерв	2
	Итого	68

Содержание курса

Тема 1. Основные расчетные задачи в химии (26 часов)

«Вводный инструктаж по ТБ. Основные методы химии. Расчётные задачи: теория и практика»

Правила техники безопасности при работе в химической лаборатории. Лабораторное оборудование. Наблюдение, моделирование, эксперимент — основные методы познания химии. Постановка научного наблюдения. Роль расчётных и экспериментальных задач в окружающей действительности и их взаимосвязь с другими предметами.

ЛО «Приёмы обращения с лабораторным оборудованием».

Моль — единица измерения вещества. Количество вещества

Молярная масса, молярный объём, число Авогадро. Нахождение количества вещества, зная массу, объём или число молекул (частиц) вещества.

ЛО «Работа с шаростержневыми моделями».

Преобразование формул: простые приёмы.

Нахождение массы, объёма или числа молекул, зная количество вещества. Нахождение массы вещества, зная его объём и другие взаимнообратные операции.

Расчёты по уравнениям реакций.

Расчеты по химическим уравнениям. Решение задач на нахождение количества вещества, массы или объема продукта реакции по количеству вещества, массе или объему исходного вещества.

Эксперимент — основной метод химии.

Современные требования к эксперименту как к основному методу познания химии. Как соотносятся теоретические расчёты, законы и постулаты с практическими операциями. ЛО «Определение массы оксида магния, полученного при сжигании известной массы магния»

Качественные реакции.

Понятие качественной реакции. Качественные реакции на катионы и анионы. Качественные реакции на алкены. Определение веществ с помощью таблицы растворимости кислот, оснований и солей в воде, характеристики видимых изменений процессов. Определение органических и неорганических веществ, находящихся в разных склянках без этикеток, с использованием и без дополнительных реактивов. Осуществление цепочки превращений неорганических веществ.

ЛО «Качественное определение углерода, водорода и хлора в органических соединениях»

Практическая работа № 1 «Анализ чипсов»

Анализ чипсов на наличие масла, крахмала, хлорида натрия и на калорийность.

Задачи на избыток и недостаток.

Простые задачи на избыток, недостаток и задачи, в которых вещество, взятое в избытке, взаимодействует с каким-либо компонентом реакционной системы. Взаимодействие растворов соляной кислоты и гидроксида натрия, содержащих известные массы реагирующих веществ, определение избытка реагента с помощью индикатора.

Обобщение и систематизация знаний и умений по теме «Расчёты по уравнениям химических реакций»

Решение тестовых заданий на основе и по материалам ЕГЭ

Массовая и объёмная доли.

Вычисление массовой доли химического элемента в веществе. Вычисление массовой доли растворённого вещества и растворимости веществ. Вычисление объёмной доли газа в смеси газообразных веществ. Состав воздуха. Взвешивание хлорида натрия на теххимических весах. Приготовление раствора хлорида натрия с заданной массовой долей соли в растворе. Определение объема раствора хлорида натрия с помощью мерного цилиндра и определение его плотности с помощью ареометра

Вычисления с использованием величины массовой доли примеси.

Домашний опыт «Замерзание воды и раствора соли». Проведение реакций для веществ, содержащих примеси, наблюдение результатов эксперимента. Расчеты с определением массовой доли примесей в веществе по результатам химической реакции. Растворение порошка мела, загрязненного речным песком, в разбавленной азотной кислоте.

Задачи с использованием величины выхода продукта реакции.

Практическое определение массы одного из реагирующих веществ с помощью взвешивания, проведения химической реакции и расчет по химическому уравнению этой реакции, определение массы или объема продукта реакции и доли его выхода от теоретически возможного. ЛО Растворение навески цинка в соляной кислоте и определение выхода выделившегося водорода.

Использование алгоритмов. Задачи на растворы.

Способы решения задач: синтетический и аналитический способы. Общий алгоритм

решения задач на растворы.

Тема 2. Задачи в органической химии (10 часов)

Определение молекулярной формулы вещества.

Общие формулы классов органических соединений. Написание общих уравнений реакций в органической химии. Определение молекулярной формулы вещества по массовым долям элементов.

Определение молекулярной формулы вещества по общей формуле класса, на основе общего уравнения реакции. Определение молекулярной формулы органического вещества по продуктам его горения (разложения) - традиционный тип задач по органической химии, родившийся еще в прошлом веке из повседневной экспериментальной практики химика-аналитика.

Решение экспериментальных задач на идентификацию органических соединений.

Качественная реакция. Её использование в органической химии. Составление рационального плана идентификации химических соединений.

ЛО «Качественные реакции на кратные связи»,

ЛО «Качественные реакции на толуол и фенол»,

ЛО «Качественные реакции на многоатомные и одноатомные спирты, альдегиды»..

Решение экспериментальных задач по теме «Белки, жиры, углеводы»

Качественная реакция на белки. Ксантопротеиновая и биуретовая реакции белков. Денатурация белка. Получение сложных эфиров, в том числе и жиров. Получение жирных солей натрия или калия (мыла). Качественная реакция на альдегидо-спиртовую группу. Горение сахара. Сложные углеводы. Качественная реакция на крахмал.

Задачи на осуществление цепочки химических превращений органических соединений.

Генетическая связь органических соединений. Программа деятельности по решению цепочек превращений органических соединений.

Тема 3. Задачи в неорганической химии (28 часов).

Растворение кристаллогидратов.

Самые основные понятия кристаллографии. Основные представители кристаллогидратов. Определение массы безводного вещества в кристаллогидрате. Решение задач на растворы, где в качестве одного или нескольких растворов применяют раствор кристаллогидрата. ЛО «Выращивание кристаллов».

Растворение газов

Определение массы газа при нормальных условиях. Определение массы газа при условиях, отличных от нормальных. Приведение условий к нормальным. Уравнение Менделеева-Клапейрона. ЛО «Растворение аммиака в воде»

Растворение веществ, взаимодействующих с водой.

Растворение в воде щелочных и щелочноземельных металлов, оксидов щелочных и щелочноземельных металлов, кислотных оксидов (кроме SiO_2), некоторых солей (гидридов, карбидов, сульфидов, фосфидов, нитридов). Определение массы образовавшегося вещества по уравнению реакции. ДО «Взаимодействие известной массы натрия с известной массой воды»

Сливание растворов веществ, взаимодействующих друг с другом

Определение состава и массы полученной смеси (с учётом непрореагировавших количеств веществ, удалённых газообразных веществ, выпавших осадков). ЛО «Взаимодействие сульфата железа (III) и гидроксида натрия»

Изменение массы пластинки

Алгоритм при решении задач на изменение массы пластинки. Составление уравнения и определение изменения массы пластинки при растворении 1 моль металла. Определение реального изменения массы пластинки (из текста задачи). Определение количества вещества

металла, перешедшего в раствор. Вычисление изменения массы пластинки. ЛО «Погружение железной пластинки в раствор серной кислоты и раствор сульфата меди (II)»

Скорость химической реакции

Зависимость скорости химической реакции от природы реагирующих веществ, концентрации, температуры, площади поверхности соприкосновения и катализатора. Реакции гомо- и гетерогенные. Понятие о катализе и катализаторах. Ферменты как биологические катализаторы, особенности их функционирования. ЛО «Исследование влияния различных условий на скорость химической реакции».

Химическое равновесие

Состояние химического равновесия для обратимых химических реакций. Способы смещения химического равновесия ДО «Равновесные реакции», ЛО «Исследование условий, влияющих на смещение химического равновесия»

Гидролиз солей

Гидролиз по катиону. Гидролиз по аниону. Гидролиз по катиону и аниону. Гидролиз в несколько ступеней. Среда образующихся слабых электролитов. ЛО «Определение среды гидролизированных солей с помощью индикаторов»

Электролиз

Катод и катодный процесс. Анод и анодный процесс. Схема электролиза. Решение задач, в которых в качестве химического процесса происходит электролиз. ДО «Разложение воды под действием электрического тока»

Генетическая связь между классами соединений.

Генетическая связь между классами неорганических и органических соединений. Понятие о генетической связи и генетических рядах. Генетический ряд металла. Генетический ряд неметалла. Особенности генетического ряда в органической химии.

Тема 4. Повторение (4 часа)

Решение задач из Открытого банка заданий ЕГЭ

Итоговое занятие

Календарно-тематический план

№ урока	Содержание	Ко л. ча со в	Дата		Примечание
			план	факт	
	Основные расчётные задачи в химии (26 часов)				
1-2	Вводный инструктаж по ТБ и ОТ. Основные методы химии. Расчётные задачи: теория и практика.	2			ЛО «Приёмы обращения с лабораторным оборудованием».
3-4	Моль — единица измерения вещества. Количество вещества	2			ЛО «Работа с шаро- стержневыми моделями». Работа с КИМами.
5-6	Преобразование формул: простые приёмы.	2			Работа с КИМами по химии и математике.
7-8	Расчёты по уравнениям реакций.	2			Работа с КИМами.

9-10	Эксперимент — основной метод химии. Как его можно использовать.	2			ЛО «Определение массы оксида магния, полученного при сжигании известной массы магния»
11-12	Качественные реакции.	2			ДО «Распознавание сульфат- и хлорид-ионов, ионов Fe^{2+} , Fe^{3+} , алкенов» ЛО «Качественное определение углерода, водорода и хлора в органических соединениях»
13-14	Практическая работа № 1 «Анализ чипсов»	2			
15-16	Задачи на избыток и «недостаток»	2			ЛО «Взаимодействие растворов соляной кислоты и гидроксида натрия, содержащих известные массы реагирующих веществ, определение избытка реагента с помощью индикатора»
17-18	Решение олимпиадных задач	2			Работа с КИМами
19-20	Массовая и объёмная доли.	2			ЛО «Взвешивание хлорида натрия на теххимических весах. Приготовление раствора хлорида натрия с заданной массовой долей соли в растворе. Определение объема раствора хлорида натрия с помощью мерного цилиндра и определение его плотности с помощью ареометра.»
21-22	Вычисления с использованием величины массовой доли примеси.	2			Домашний опыт «Замерзание воды и раствора соли» Работа с КИМами
23-24	Теория и реальность (задачи на выход продукта реакции).	2			ЛО «Получение сложных эфиров»
25-26	Использование алгоритмов. Задачи на растворы.	2			ЛО «Смешивание растворов хлорида натрия различной концентрации и расчет массовой доли соли в полученном растворе».
	Задачи в органической химии(10часов)				
27-28	Определение молекулярной формулы вещества.	2			Работа с КИМами.
	Решение экспериментальных задач на идентификацию органических соединений.				ЛО «Качественные реакции на кратные связи», ЛО «Качественные реакции на толуол и фенол», ЛО

					многоатомные и одноатомные спирты, альдегиды».
	Решение экспериментальных задач по теме «Белки, жиры, углеводы»				Приложение
	Задачи на осуществление цепочки химических превращений органических соединений.				
	Решение олимпиадных задач				
	Задачи в неорганической химии (28 часов)				
	Растворение кристаллогидратов				ЛО «Выращивание кристаллов»
	Растворение газов, газовые законы				ЛО «Растворение аммиака в воде»
	Растворение веществ, взаимодействующих с водой.				ДО «Взаимодействие известной массы натрия с известной массой воды»
	Сливание растворов веществ, взаимодействующих друг с другом				ЛО «Взаимодействие сульфата железа (III) и гидроксида натрия»
	Изменение массы пластинки				ЛО «Погружение железной пластинки в раствор серной кислоты и раствор сульфата
	Скорость химической реакции				ЛО «Исследование влияния различных условий на скорость химической реакции».
	Химическое равновесие				ДО «Равновесные реакции», ЛО «Исследование условий, влияющих на смещение химического равновесия»
	Гидролиз солей				ЛО «Определение среды гидролизированных солей с помощью индикаторов»
	Электролиз				ДО «Разложение воды под действием электрического тока»
	Генетическая связь между классами соединений.				
	Решение олимпиадных задач				
	Итоговое занятие				
	Резерв				

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса

№ п/п	Наименование	Количество

	ан ие об ъе кт ов и ср ед ст в м ат ер иа ль но - те хн ич ес ко го об ес пе че н ия	
1. Библиотечный фонд (книгопечатная продукция)		
2. Технические средства обучения		
	об ор уд ов ан ие дл я м ул ьт и м ед и й н ы х	

	де м он ст ра ц и й о м нь ю т ер , м ед иа пр ое к т ор и др	
Используется оборудование, приобретённое на средства гранта в форме субсидии, выделенной государственным общеобразовательным организациям Санкт-Петербурга в соответствии с Постановлениями правительства Санкт-Петербурга от 29.06.2021 №439.		
<i>3. Оборудование кабинета</i>		
	М еб ел ь, ст ен д ы, на гл яд н ы е м ат ер	По количеству учащихся

	и а л ы, ла бо ра то рн ое об ор уд ов ан ие	
	Л аб ор ат ор на я п ос уд а и об ор уд ов ан ие	По количеству учащихся
	Х и м ич ес ки е ре ак ти в ы	По количеству учащихся

Список использованной литературы

1. Габриелян О.С., Деглина Н.Е. Программа элективного курса: экспериментальное решение задач по химии — М.:Дрофа
- Габриелян О.С. Общая химия: задачи и упражнения – М.: Просвещение, 2006. – 191 с.

- Гудкова А.С. 500 задач по химии – М.: Просвещение, 1981. – 159 с.
- Задачи Всероссийских олимпиад по химии / Под ред. В.В. Лунина – М.: Изд-во «Экзамен», 2005. – 480 с.
- Лабий Ю.М. Решение задач по химии с помощью уравнений и неравенств. – М.: Просвещение, 1987. – 80 с.
- Магдесиева Н.Н., Кузьменко Н.Е. Учись решать задачи по химии – М.: Просвещение, 1986. – 160 с.
- Новошинский И.И. Типы химических задач и способы их решения. – М.: ООО «Издательство Оникс», 2006. – 176 с.
- Окаев Е.Б. Олимпиады по химии – Мн.: ТетраСистемс, 2005. – 144с.
- КИМы ЕГЭ по химии за разные годы
- Шмуклер Е.Г. Решение многоходовых количественных задач. Химия (ИД «Первое сентября»), 2004, № 42, с. 10–13.
- Шмуклер Е.Г. Развитие у учащихся умений и навыков в решении типовых задач в IX и X классах. Химия в школе, 1989, № 2, с. 64–74.

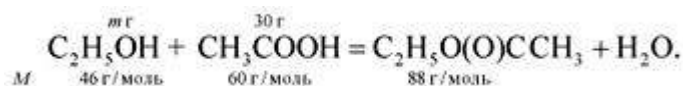
Приложение 1

Лабораторный опыт «Получение сложного эфира».

Задача. Смешали 30 г этанола с 30 г уксусной кислоты. Рассчитать массу образовавшегося сложного эфира, если выход продукта составил 85%.

Решение:

Уравнение реакции:



Допустив, что кислота полностью вступила в реакцию, рассчитываем по уравнению химической реакции массу спирта:

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{46 \cdot 30}{60} = 23 \text{ г.}$$

Анализ показывает, что спирт взят в избытке. По массе кислоты рассчитываем теоретический выход продукта (эфира):

$$m_{\text{теор}}(\text{эфира}) = \frac{30 \cdot 88}{60} = 44 \text{ г.}$$

Подставив в формулу относительного выхода продукта имеющиеся физические величины, находим массу эфира, которая составляет практический выход продукта:

$$\eta = \frac{m_{\text{пр}}(\text{эфира})}{m_{\text{теор}}(\text{эфира})} \cdot 100\%,$$

откуда

$$m_{\text{пр}}(\text{эфира}) = \frac{\eta \cdot m_{\text{теор}}(\text{эфира})}{100} = \frac{85 \cdot 44}{100} = 37,4 \text{ г.}$$

Практическая работа

В устойчивый штатив помещены (заблаговременно, трудами лаборанта) три пробирки. Первая пробирка – реактор с 2 мл ледяной уксусной кислоты – закрыта пробкой с газоотводной трубкой. Во вторую пробирку налито 2 мл изоамилового спирта (использование этого спирта объясняется тем, что он был доступен: в городе функционировал молокозавод; кроме того, упрощалась технология, и не менее важно – получался продукт с очень приятным запахом). Третья пробирка с 1 мл концентрированной серной кислоты закрыта пробкой или плотным комком технической ваты.

Изоамиловый спирт переливают в пробирку-реактор, смесь перемешивают легкими ударами большого или указательного пальца одной руки, при этом другая рука держит у

горла пробирку тремя пальцами (учитель все показывает, и только после этого учащиеся повторяют за ним описанные действия – независимо от того, что у учащихся имеется личный опыт, сформированы умения и навыки при обращении с химическим оборудованием).

Аккуратно, по стенке, в смесь приливают серную кислоту, после чего к реактору присоединяют газоотводную трубку (рис. 1). Она выполняет роль воздушного холодильника и служит физическим препятствием при маловероятном, но все же возможном выбросе агрессивной реакционной массы. Теперь уже смесь трех веществ, с еще большей осторожностью, перемешивают, а выделяющуюся теплоту отводят рукой, охватывающей реактор в зоне протекания химической реакции.

Рис. 1. Пробирка-реактор для получения сложного эфира (изоамилацетата)

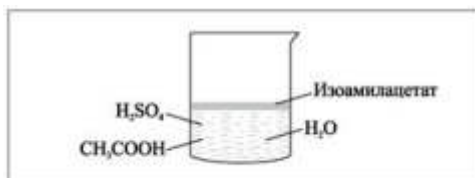


Далее реактор несколько секунд нагревают в горячей зоне пламени, помешивают при помощи руки и контролируют температуру (около 50 °С). Это прикидка, проверенная многолетней практикой. Если горячо, плотным кольцевым поглаживанием тепло отводится. Если рука чувствует только тепло, нагревание продолжается. Перемешивание – нагревание – охлаждение с непостоянной периодичностью длится 5 мин. Весь этот период пробку с газоотводной трубкой придерживают указательным пальцем руки (если этого не делать, она может отделиться).

В химический стакан вместимостью 100–150 мл на 1/3 объема наливают водопроводную (еще лучше колодезную) воду. Осторожно выливают туда реакционную массу. Для уменьшения потерь продукта реакции в освобожденный реактор наливают воду (не больше половины по высоте пробирки), после чего содержимое пробирки также выливают в химический стакан. (В пробирку из-под серной кислоты наливают небольшое количество дистиллированной воды и затем сливают в специальную емкость – далее полученный раствор находит применение для самых разных целей.)

Содержимое химического стакана перемешивают стеклянной палочкой, после чего системе дают возможность отстояться (рис. 2). Уже на этом этапе ощущается специфический запах (груши) продукта реакции.

Рис. 2. Химический стакан для отстаивания продукта реакции



Для отделения эфирного слоя от остальной части смеси используют делительную воронку. Это очень ответственный этап практической работы, т.к. можно потерять часть продукта реакции этерификации.

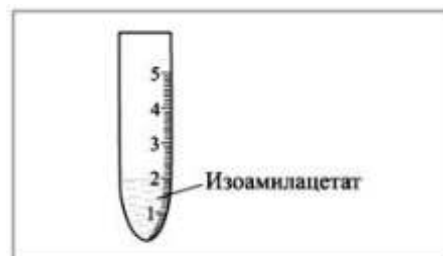
Полученный эфир сливают в мерную пробирку (рис.

Рис. 3. Пробирка-мерник для определения объема полученного эфира

Обучающиеся работают в парах, они подходят к учителю и показывают, какой объем эфира получен; учитель фиксирует их результат в своем конспекте.

На демонстрационном столе стоит склянка с чистым изоамилацетатом. Учитель обращает внимание на цвет продукта синтеза (слабокоричневый) и образца (бесцветный). Различие в окрашивании объясняется осмолением; для получения чистого продукта необходима перегонка.

Результаты опытов обучающиеся заносят в информационную таблицу, которая нарисована на доске (табл. 1).

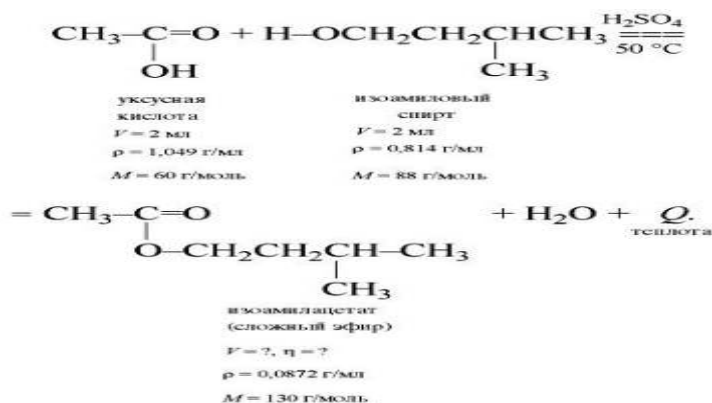


Данные по процессу получения изоамилацетата

Вещество	Плотность, г/мл	Объем, мл	Молярная масса, г/моль	Выход продукта, %
1. Изоамиловый спирт	0,814	2	88	—
2. Уксусная кислота	1,049	2	60	—
3. Изоамилацетат	0,872	? опыт	130	? расчет

Таблица 1

Для осуществления расчетных действий обучающиеся записывают уравнение реакции:



Обучающимся разрешается пользоваться округленными значениями плотностей. Они должны определить массу исходных веществ и перевести эти массы в количество вещества:

$$m(\text{кислоты}) = \rho \cdot V = 1,049 \cdot 2 = 2,098 \text{ г},$$

$$n(\text{кислоты}) = 2,098/60 = 0,035 \text{ моль};$$

$$m(\text{спирта}) = 0,814 \cdot 2 = 1,628 \text{ г},$$

$$n(\text{спирта}) = 1,628/88 = 0,0185 \text{ 0,02 моль}.$$

Из анализа полученных данных и уравнения реакции вытекает, что кислота дана в избытке. Расчеты выхода продукта реакции ведем по спирту. По уравнению химический реакции теоретически должно получиться 0,02 моль эфира.

$$m_{\text{теор}}(\text{эфира}) = 0,02 \cdot 130 = 2,6 \text{ г},$$

$$V(\text{эфира}) = 2,6/0,872 = 3 \text{ мл}.$$

А сколько получилось на самом деле эфира? За каждым столом – свой результат, который во многом зависит от экспериментальных навыков юных химиков.

Практически обучающиеся получают приблизительно от 1 мл до 2 мл эфира и более.

По формуле выхода продукта рассчитывают относительный выход продукта в процентах:

$$\eta = \frac{m_{\text{факт}}}{m_{\text{теор}}} \cdot 100(\%).$$

Чтобы облегчить себе работу при проверке правильности расчетов, удобно пользоваться таблицей (табл. 2).

Таблица 2

Определение относительного выхода изоамилацетата по его объему

Объем, мл	Выход, %	Объем, мл	Выход, %	Объем, мл	Выход, %
0,1	~ 4	1,1	~ 44	2,1	~ 84
0,2	~ 8	1,2	~ 48	2,2	~ 88
0,3	~ 12	1,3	~ 52	2,3	~ 92
0,4	~ 16	1,4	~ 56	2,4	~ 96
0,5	~ 20	1,5	~ 60	2,5	100
0,6	~ 24	1,6	~ 64	—	
0,7	~ 28	1,7	~ 68	—	
0,8	~ 32	1,8	~ 72	—	
0,9	~ 36	1,9	~ 76	—	
1,0	~ 40	2,0	~ 80	—	

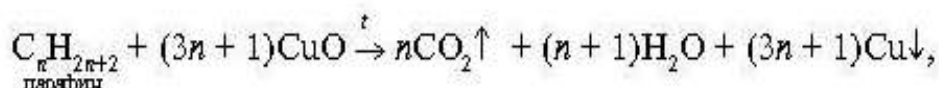
Приложение 2

Цели. Научиться экспериментально доказывать качественный состав углеводов и их галогенопроизводных, обосновывать данные эксперимента.

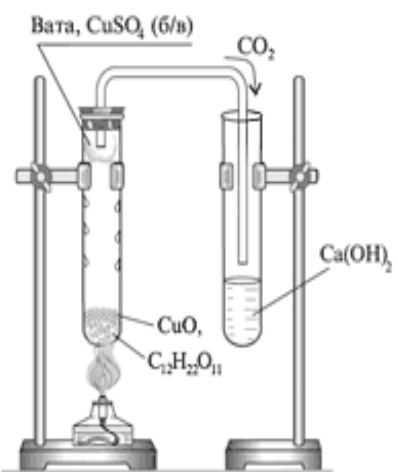
Оборудование и реактивы. Шпатели (2 шт.), кусочек ваты, U- и Г-образные газоотводные трубки, газоотводная трубка-капилляр, спиртовка, спички, штатив железный с лотком, широкогорлая пробирка, пипетка, промывочная склянка, штатив с пробирками, щипцы тигельные, фильтровальная бумага, фарфоровая чашка, синее стекло (Со), санитарная склянка, стакан на 50 мл, лакмусовая бумага (фиолет.), C_2H_5OH (3–4 мл), известковая вода $Ca(OH)_2$ или баритовая вода $Ba(OH)_2$, парафин (измельченный), сахароза $C_{12}H_{22}O_{11}$, CuO (порошок), $CuSO_4$ (безвод.), HNO_3 (конц.), хлороформ $CHCl_3$ или четыреххлористый углерод CCl_4 , Na металлический (2–3 горошины, свежеччищенный), $AgNO_3$ (р-р, $\omega = 1\%$), Cu (тонкая проволока, на конце скрученная в спираль).

Качественный анализ органического вещества сводится к определению содержания в нем тех или иных элементов. После разрушения молекулы ее атомы образуют характерные минеральные соединения, открываемые обычными качественными реакциями.

♦ О наличии углерода можно судить по обугливанию органических веществ при нагревании. Более общим методом определения C и H является окисление органического вещества оксидом меди(II) (сжигание с CuO). При этом углерод окисляется до CO_2 (обнаружение известковой $Ca(OH)_2$ или баритовой $Ba(OH)_2$ водой по помутнению, а водород образует воду, которая с безводным сульфатом меди(II) дает кристаллогидрат $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ голубого цвета).



Демонстрационный опыт. В 2–3 мл C_2H_5OH (обезвоженного безводным $CuSO_4$) растворить несколько капель (крупинки) испытываемого вещества и добавить кусочек металлического Na (горошину). По окончании выделения водорода, убедившись в полном растворении натрия, смесь разбавить равным объемом воды, подкислить концентрированным раствором HNO_3 и прилить 1%-й раствор нитрата серебра(I)	Объяснить наблюдаемое	...
--	------------------------------	--

Порядок работы	Задания	Наблюдения и выводы
1. В пробирке смешать (1:3) немного сахара $C_{12}H_{22}O_{11}$ с оксидом меди(II), засыпав оксидом смесь и сверху. 2. В верхнюю часть пробирки (под пробку) поместить комочек ваты, на которую насыпать немного безводной сернокислой меди(II). 	Доказать опытным путем, что в составе выданного органического вещества имеются углерод и водород. Назвать признаки наблюдаемых химических реакций.	...
3. Пробирку закрыть пробкой с газоотводной трубкой, конец которой должен быть в сборнике над уровнем известковой воды. Нагревать сначала всю пробирку, затем смесь. Наблюдать	Написать уравнения протекающих реакций. Дополнительно написать уравнения реакций сжигания с CuO веществ а) CCl_4; б) глюкозы $C_6H_{12}O_6$; в) глицерина $C_3H_8O_3$	...
Медную проволоку, взятую щипцами, прокалить в пламени горелки для образования на ее поверхности слоя оксида меди(II). Если пламя окрашивается в сине-зеленый цвет, то нагрев вести до исчезновения этой окраски. После охлаждения смочить кончик проволоки в испытываемом веществе CCl_4 и ввести в несветящееся пламя	Доказать опытным путем наличие в составе четыреххлористого углерода атомов галогена. Доказательство провести двумя способами. Объяснить результаты эксперимента, записать уравнения реакций распознавания	...

Приложение 3

Решение экспериментальных задач на идентификацию органических соединений.

1. «Качественные реакции на кратные связи»

Доказать в какой из выданных пробирок находится алкан, алкен, алкин. Установить наличие кратных связей в органических соединениях (бензин, керосин, масло).

2. «Качественные реакции на толуол и фенол»

Определить в какой из выданных пробирок (этиленгликоль, толуол, фенол) содержится фенол.

Качественные реакции на многоатомные и одноатомные спирты, альдегиды».

а) Определить, в какой из выданных пробирок этиловый спирт, а в какой фенол.

б) Докажите, что лекарственные препараты иодоформ, формидрон, содержат в составе формальдегид.

Приложение 4

1. «Жиры»

а) Получите эфиры (изоамиловый эфир уксусной кислоты).

2. «Белки»

а) Выясните, в каких условиях белки подвергаются денатурации (взаимодействию с холодной и горячей водой, фруктовым соком, кислотой, спиртом)

б) Проведите биуретовую и ксантопротеиновую реакции на белки.

Обнаружьте белки в продуктах питания (в молоке, пшеничной муке, сыром мясе).

3. «Углеводы»

а) При помощи одного реактива докажите, что глюкоза альдегидо – спирт

б) Докажите, что обычный сахар содержит углерод.

в) Докажите что картофель, белый хлеб и пудра содержат крахмал.