СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ

10 класс

Организация эксперимента и методы разделения

Организация работы в химической лаборатории. Опасные свойства веществ, пути их воздействия и способы предупреждения рисков. Средства индивидуальной защиты, правила работы с нагревательными приборами, летучими и горючими жидкостями. Действия при проливе вещества, повреждении посуды и других нештатных ситуациях.

Смеси органических и неорганических веществ. Выбор способа разделения по агрегатному состоянию, растворимости, плотности, температуре кипения и способности к кристаллизации. Фильтрование, отстаивание, декантация, дистилляция, перекристаллизация и экстракция. Составление последовательности операций для разделения многокомпонентной смеси, оценка выхода и возможных потерь.

Дистилляция и ее применение для очистки воды и разделения жидких смесей. Простая перегонка. Контроль нагревания и скорости отбора дистиллята. Температурный интервал кипения как характеристика фракции.

Растворы и количественные расчеты. Массовая доля, масса растворенного вещества и растворителя, разбавление и смешение растворов. Решение задач как этап подготовки экспериментальной работы. Перекристаллизация как способ очистки твердых веществ.

Экстракция вещества между несмешивающимися жидкостями. Коэффициент распределения на качественном уровне, выбор экстрагента, работа с делительной воронкой. Систематизация методов разделения.

Практическая работа № 1 «Очистка воды методом дистилляции», практическая работа № 2 «Перекристаллизация вещества».

Хроматографические методы

Хроматография как метод разделения, обнаружения и исследования компонентов смеси. Подвижная и неподвижная фазы, сорбция и распределение вещества между фазами. Причины различной скорости перемещения компонентов. Области применения хроматографии в органической химии, контроле чистоты и анализе продуктов синтеза.

Тонкослойная хроматография. Подготовка пластинки и камеры, нанесение пробы, выбор уровня старта и фронта растворителя, визуализация хроматограммы. Сопоставление числа пятен и их положения с составом пробы; использование образца сравнения.

Расчет хроматографических параметров. Коэффициент удерживания как отношение пути компонента к пути фронта растворителя. Измерение расстояний, сравнение значений для исследуемых веществ и стандартов. Влияние состава элюента, свойств сорбента и техники нанесения на разделение. Анализ источников неопределенности.

Колоночная хроматография. Устройство колонки, подготовка сорбента, нанесение смеси, элюирование и сбор фракций. Выбор растворителя и изменение его состава. Контроль разделения фракций с использованием доступных признаков или тонкослойной хроматографии. Объединение целевых фракций, удаление растворителя и оценка чистоты продукта.

Сравнение тонкослойной и колоночной хроматографии по цели, масштабу, аппаратурному оформлению и способу регистрации результата.

Практическая работа № 3 «Тонкослойная хроматография», практическая работа № 4 «Колоночная хроматография».

Планирование синтеза

Химический синтез как последовательность взаимосвязанных операций. Постановка цели, определение реагентов, расчет теоретического выхода. Выбор растворителя, температурного режима, времени и способа перемешивания.

Лабораторные приборы и установки органического синтеза. Круглодонные колбы, обратный и нисходящий холодильники, капельная воронка, мешалка, водяная и масляная бани. Выбор способа нагревания, контроль температуры, герметичность соединений. Подготовка чистой и сухой посуды.

Получение жидкого органического вещества. Дозирование реагентов, проведение реакции, отделение жидких фаз, промывание, осушение и перегонка продукта. Расчет практического выхода, описание физических свойств продукта, обсуждение причин потерь и примесей.

Получение твердого органического вещества. Проведение реакции, охлаждение реакционной смеси, кристаллизация, вакуумное или гравитационное фильтрование, промывание и высушивание. Определение массы продукта и оценка его чистоты по доступным характеристикам. Выбор способа перекристаллизации и соблюдение требований к работе с горячими растворами.

Ядерный магнитный резонанс как метод установления строения органических соединений на вводном уровне. Химический сдвиг, число сигналов, интегральная интенсивность и расщепление сигналов как источники структурной информации. Соотнесение фрагментов молекулы с учебным спектром, использование молекулярной формулы и совокупности спектральных признаков при решении задач.

Инфракрасная спектроскопия и взаимодействие молекул с инфракрасным излучением. Колебания химических связей, характеристические полосы функциональных групп и область «отпечатка пальца». Чтение упрощенных ИК-спектров, распознавание основных функциональных групп, подтверждение предполагаемого строения и сравнение спектров исходного вещества и продукта.

Комплексное планирование синтеза повышенного уровня сложности. Анализ методики, расчет количеств веществ, выбор аппаратуры и последовательности сборки установки. Планирование контроля температуры, времени и добавления реагента. Составление перечня рисков, мер безопасности, способов прекращения реакции и утилизации отходов. Проведение синтеза, наблюдение за ходом реакции и ведение лабораторного журнала. Выделение и очистка синтезированного вещества. Экстракция, промывание, осушение, фильтрование, упаривание, перегонка или перекристаллизация в зависимости от свойств продукта. Выбор метода, позволяющего сохранить выход и повысить чистоту. Контроль качества по физическим характеристикам, хроматографическим или спектральным данным, если они предусмотрены методикой.

Обработка результатов комплексного синтеза: расчет теоретического и практического выхода, оценка чистоты. Анализ причин неполного превращения, механических потерь и загрязнения продукта. Подготовка итогового отчета и аргументированное представление результатов.

Практическая работа № 5 «Получение жидкого органического вещества», практическая работа № 6 «Получение твердого органического вещества», практическая работа № 7 «Синтез органического соединения»

Межпредметные связи.

Реализация межпредметных связей при изучении химического эксперимента в 10 классе осуществляется через использование как общих естественно-научных понятий, так и понятий, являющихся системными для отдельных предметов естественно-научного цикла.

Общие естественно-научные понятия: явление, научный факт, гипотеза, закон, теория, анализ, синтез, классификация, периодичность, наблюдение, измерение, эксперимент, моделирование.

Физика: теплообмен и фазовые переходы в дистилляции и перекристаллизации, распределение вещества между фазами, движение компонентов в хроматографической системе, взаимодействие электромагнитного излучения с молекулами. Устройство лабораторных приборов связывается с физическими принципами измерения и разделения.

Математика: стехиометрические расчеты, определение выхода продукта, обработка хроматографических и спектральных данных, построение таблиц и графиков.

Информатика: цифровые средства обработки результатов.

Экология: обращение с отходами, принципы экономии реагентов и растворителей.

11 класс

Спектральные и хроматографические методы

Спектральные методы анализа и характер взаимодействия электромагнитного излучения с веществом. Поглощение, пропускание, рассеяние и испускание света. Классификация методов по области спектра и регистрируемому сигналу. Аналитический сигнал, спектр, положение и интенсивность полосы. Качественная и количественная информация, получаемая из спектральных данных.

Спектроскопия видимого света. Основные узлы спектрофотометра, назначение источника излучения, монохроматора, кюветного отделения и детектора. Оптическая плотность, пропускание и длина волны. Закон поглощения света, условия линейной зависимости сигнала от концентрации и причины возможных отклонений. Выбор аналитической длины волны и раствора сравнения.

Получение и характеристика спектра поглощения. Подготовка образца и кювет, регистрация фонового и аналитического сигналов, определение положения максимума поглощения. Представление данных в табличной и графической формах, сравнение спектров, оценка воспроизводимости. Использование спектрофотометрии для исследования кинетики и переходов кислотно-основных индикаторов.

Спектрофлуориметрия. Возбуждение и испускание света молекулами, спектры возбуждения и флуоресценции. Флуоресцентные молекулы, влияние строения и среды на сигнал. Основные узлы прибора и взаимное расположение каналов возбуждения и регистрации. Получение спектра флуоресценции, определение характеристических максимумов и обсуждение факторов тушения сигнала.

Жидкостная хроматография и высокоэффективная жидкостная хроматография. Резервуар подвижной фазы, насос, устройство ввода пробы, колонка, детектор и система обработки данных. Назначение каждого узла, путь пробы через прибор, изократическое и градиентное элюирование на вводном уровне. Области применения метода.

Хроматограмма и характеристики пика: время удерживания, высота, площадь, ширина и разрешение соседних пиков на качественном уровне. Связь площади пика с количеством или концентрацией вещества. Калибровочная зависимость, обработка

стандартов и неизвестной пробы. Практическое получение хроматограммы, идентификация по времени удерживания и расчет по площади пика.

Практическая работа № 1 «Получение и характеристика спектра поглощения», практическая работа № 2 «Получение и характеристика спектра флуоресценции», практическая работа № 3 «Высокоэффективная жидкостная хроматография».

Химическая кинетика

Скорость химической реакции и изменение концентрации реагента или продукта во времени. Закон действующих масс для скорости реакции, константа скорости и порядок реакции. Факторы, влияющие на скорость: концентрация, температура, природа реагентов и наличие катализатора.

Кинетические кривые. Графическое представление зависимости концентрации или аналитического сигнала от времени. Начальная и средняя скорость, характер изменения скорости по мере протекания реакции. Подготовка таблицы данных, построение графика, выбор масштаба и обозначение единиц.

Математическая обработка кинетических данных. Определение параметров по графику, сравнение качества описания данных и обсуждение влияния экспериментальной погрешности. Использование электронных средств обработки данных при наличии соответствующего оборудования.

Практическое исследование протекания реакции. Регистрация временного ряда, построение кинетической кривой, определение изучаемых кинетических характеристик и формулирование вывода.

Катализатор и его влияние на путь и скорость химической реакции. Энергетический профиль реакции, энергия активации и образование промежуточных частиц на качественном уровне. Гомогенный и гетерогенный катализ, активные центры поверхности, каталитический цикл. Селективность, активность и устойчивость катализатора.

Исследование каталитической реакции методом ВЭЖХ. Сравнение хода реакции в присутствии и отсутствие катализатора, построение зависимостей и оценка воспроизводимости.

Практическая работа № 4 «Исследование протекания реакции со спектрофотометрическим контролем», практическая работа №5 «Исследование каталитической реакции методом ВЭЖХ».

Неорганический синтез

Особенности постановки неорганического синтеза. Анализ уравнения реакции, расчет количества реагентов, выбор растворителя и температурного режима. Подготовка посуды и реагентов, растворение, смешение, нагревание, охлаждение и кристаллизация. Контроль чистоты исходных материалов и предотвращение загрязнения продукта.

Получение и характеристика комплексного соединения. Выделение продукта, фильтрование, промывание, высушивание и взвешивание. Расчет теоретического и практического выхода. Описание окраски, растворимости и других предусмотренных методикой характеристик. Подготовка отчета со схемой синтеза, результатами, расчетами и анализом причин потерь.

Практическая работа № 6 «Получение и характеристика комплексного соединения».

Адсорбция и свойства сорбентов

Адсорбция как накопление вещества на границе раздела фаз. Влияние площади поверхности, пористости, природы поверхности, температуры и концентрации раствора. Адсорбционное равновесие и десорбция.

Модели описания адсорбции и адсорбционная изотерма. Экспериментальная зависимость количества адсорбированного вещества от равновесной концентрации.

Природные сорбенты, их состав, структура и области применения. Подготовка образца, определение массы и размера частиц, контакт с модельным раствором, отделение твердой фазы. Выбор способа измерения остаточной концентрации.

Сорбционная емкость и удельная поверхность. Расчет количества поглощенного вещества по разности исходной и равновесной концентраций с учетом объема раствора и массы сорбента. Представление результатов в расчете на единицу массы. Определение удельной поверхности.

Практическая работа № 7 «Исследование процесса адсорбции на примере природного сорбента», практическая работа № 8 «Определение удельной поверхности и сорбционной емкости природного сорбента».

Межпредметные связи.

Реализация межпредметных связей при изучении химического эксперимента в 11 классе осуществляется через использование как общих естественно-научных понятий, так и понятий, являющихся системными для отдельных предметов естественно-научного цикла.

Общие естественно-научные понятия: явление, научный факт, гипотеза, закон, теория, анализ, синтез, классификация, периодичность, наблюдение, измерение, эксперимент, моделирование.

Физика: поглощение и испускание света, флуоресценция, движение жидкости через хроматографическую колонку, поверхностные явления и энергетика каталитических процессов.

Математика: построение градуировочных, кинетических и адсорбционных зависимостей, определение параметров по графикам, обработка хроматограмм и сравнение моделей с экспериментальными данными.

Информатика: цифровые средства обработки результатов.

Экология: природные сорбенты.