

Карл Вильгельм Шееле
(1742–1786)

Данная книга посвящается Карлу Вильгельму Шееле, одному из первых настоящих химиков, который малыми средствами смог достичь столь многого. Он был практикующим фармацевтом, но не имел возможности приобрести передовое для того времени лабораторное оборудование, которое использовали его коллеги. Шееле впервые получил в лабораторных условиях множество химических элементов и соединений, в том числе кислород, азот, хлор, барий, марганец, молибден, вольфрам, лимонную кислоту, глицерин, пигмент «Зелень Шееле» (гидроарсенит меди) и т. д. Шведский химик-фармацевт опроверг теорию о флогистоне и был одним из первых ученых, которые установили точные, последовательные и подкрепленные количественными расчетами стандартные этапы химического исследования, лежащие в основе современной химии. Шееле умер в возрасте 43 лет. Причиной смерти, предположительно, стало ртутное отравление, которое ученый получил из-за своей привычки пробовать на вкус новые приготовленные им химические соединения.

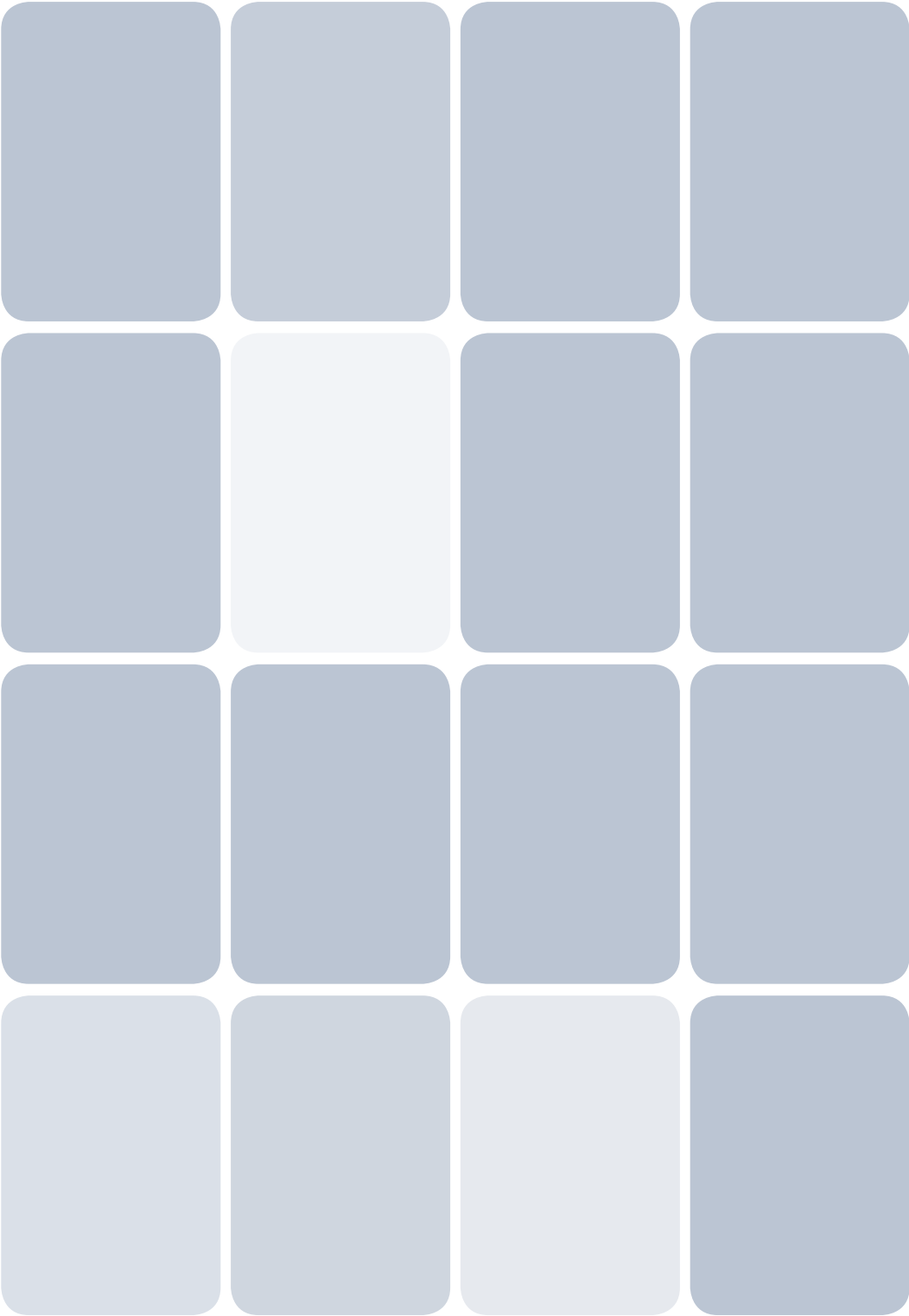
Содержание

| | |
|--|-----|
| Предисловие | 11 |
| Глава 1. Введение | 19 |
| Ведение лабораторного журнала | 24 |
| Глава 2. Меры обеспечения безопасности в лаборатории | 29 |
| Рекомендуемые правила безопасности в лаборатории | 30 |
| Глава 3. Оснащение химической лаборатории | 35 |
| Стелянная и пластиковая лабораторная посуда универсального назначения | 36 |
| Микромасштабное оборудование | 53 |
| Рекомендуемая лабораторная посуда | 55 |
| Лабораторное оборудование и материалы | 58 |
| Рабочее место | 73 |
| Глава 4. Реактивы для домашней химической лаборатории | 79 |
| Химические названия | 79 |
| Квалификация химических реактивов | 81 |
| Факторы риска химикатов и рекомендации по безопасности | 84 |
| Пиктограммы опасности и буквенные обозначения | 90 |
| Правила техники безопасности | 90 |
| Химические вещества, используемые в данной книге | 99 |
| Глава 5. Совершенствование навыков работы в лаборатории | 107 |
| Погрешность измерений и значащие цифры | 107 |
| Правильное обращение с химическими веществами | 109 |
| Использование весов | 111 |
| Измерение объема жидкостей | 113 |
| Фильтрация | 124 |
| Разделение веществ | 126 |
| Использование нагревательного оборудования | 128 |
| Работа со стеклянными трубками | 131 |
| Очистка стеклянной посуды | 134 |
| Глава 6. Разделение смесей | 139 |
| Лабораторная работа 6.1. Дифференциальная растворимость: разделение песка и сахарозы | 140 |

| | |
|---|------------|
| Лабораторная работа 6.2. Дистилляция: чистый этанол | 143 |
| Лабораторная работа 6.3. Рекристаллизация: выделение медного купороса | 148 |
| Лабораторная работа 6.4: Экстракция растворителями | 153 |
| Лабораторная работа 6.5: Хроматография: двухфазное разделение смесей | 156 |
| Лабораторная работа 6.6: Определение формулы гидрата | 166 |
| Глава 7. Растворимость и растворы | 173 |
| Лабораторная работа 7.1. Составление молярного раствора твердого химиката | 179 |
| Лабораторная работа 7.2. Создание молярного раствора твердого химиката | 184 |
| Лабораторная работа 7.3. Приготовление молярного раствора жидкого химиката | 187 |
| Лабораторная работа 7.4. Составление раствора с использованием массовой концентрации | 192 |
| Лабораторная работа 7.5. Определение концентрации раствора с помощью оптической колориметрии | 194 |
| Глава 8. Коллигативные свойства растворов | 201 |
| Лабораторная работа 8.1. Определение молярной массы раствора методом эбулиоскопии | 203 |
| Лабораторная работа 8.2. Определение молярной массы раствора методом понижения температуры замерзания | 208 |
| Лабораторная работа 8.3. Наблюдение за действием осмотического давления | 212 |
| Глава 9. Введение в химические реакции и стехиометрию | 217 |
| Лабораторная работа 9.1. Реакция соединения | 219 |
| Лабораторная работа 9.2. Реакция разложения | 224 |
| Лабораторная работа 9.3. Реакция замещения | 229 |
| Лабораторная работа 9.4. Стехиометрия реакции обмена | 234 |
| Глава 10. Окислительно-восстановительные реакции | 241 |
| Лабораторная работа 10.1. Восстановление (выделение) меди из медной руды | 244 |
| Лабораторная работа 10.2. Изучение степени окисления марганца | 247 |
| Глава 11. Кислотно-основная химия | 253 |
| Лабораторная работа 11.1. Что определяет водородный показатель pH? | 255 |
| Лабораторная работа 11.2. Определение показателя pH в водно-соляном растворе | 261 |
| Лабораторная работа 11.3. Изучение характеристик буферного раствора | 264 |
| Лабораторная работа 11.4. Стандартизация хлористоводородной кислоты путем титрования | 268 |
| Глава 12. Кинетика химических реакций | 277 |
| Лабораторная работа 12.1. Определение температурного воздействия на скорость реакции | 278 |
| Лабораторная работа 12.2. Определение влияния площади поверхности на скорость реакции | 282 |
| Лабораторная работа 12.3. Определение влияния концентрации на скорость реакции | 285 |
| Лабораторная работа 12.4. Определение влияния катализаторов на скорость реакции | 288 |

| | |
|---|-----|
| Глава 13. Химическое равновесие и принцип Ле Шателье | 295 |
| Лабораторная работа 13.1. Изучение принципа Ле Шателье в действии | 296 |
| Лабораторная работа 13.2. Эффект общего иона в количественном выражении..... | 302 |
| Лабораторная работа 13.3. Определение константы произведения растворимости | 305 |
| Глава 14. Химия газов | 313 |
| Лабораторная работа 14.1. Изучение зависимости объема от давления (закон Бойля–Марриота) | 316 |
| Лабораторная работа 14.2. Изучение зависимости объема и температуры газов (закон Гей-Люссака) | 321 |
| Лабораторная работа 14.3. Изучение зависимости давления и температуры газов (закон Шарля) | 326 |
| Лабораторная работа 14.4. Применение уравнения состояния идеального газа для определения процентной доли уксусной кислоты в уксусе | 330 |
| Лабораторная работа 14.5. Определение молярной массы по плотности паров | 334 |
| Глава 15. Термохимия и калориметрия | 341 |
| Лабораторная работа 15.1. Определение теплоты растворения | 343 |
| Лабораторная работа 15.2. Определение теплоты плавления льда..... | 346 |
| Лабораторная работа 15.3. Определение удельной теплоемкости металла..... | 349 |
| Лабораторная работа 15.4. Определение теплового эффекта химической реакции (изменения энтальпии) | 353 |
| Глава 16. Электрохимия | 359 |
| Лабораторная работа 16.1. Получение водорода и кислорода методом электролиза воды | 360 |
| Лабораторная работа 16.2. Изучение электрохимического окисления железа | 365 |
| Лабораторная работа 16.3. Измерение потенциалов электродов | 368 |
| Лабораторная работа 16.4. Изучение преобразования энергии (напряжение и сила тока)..... | 373 |
| Лабораторная работа 16.5. Как сделать гальваническую батарейку с двумя электродами..... | 377 |
| Лабораторная работа 16.6. Как сделать аккумулятор | 381 |
| Глава 17. Фотохимия | 387 |
| Лабораторная работа 17.1. Фотохимическая реакция йода и оксалата | 388 |
| Глава 18. Коллоиды и суспензии | 397 |
| Лабораторная работа 18.1. Изучение свойств коллоидов и суспензий..... | 401 |
| Лабораторная работа 18.2. Изготовление пены для пожаротушения | 404 |
| Лабораторная работа 18.3. Изготовление гелеобразного золя..... | 406 |
| Глава 19. Качественный анализ | 413 |
| Лабораторная работа 19.1. Применение реакции пламени для определения ионов металла..... | 414 |
| Лабораторная работа 19.2. Определение ионов металла при помощи перлов буры | 418 |
| Лабораторная работа 19.3. Качественный анализ неорганических анионов | 421 |

| | |
|---|------------|
| Лабораторная работа 19.4. Качественный анализ неорганических катионов..... | 427 |
| Лабораторная работа 19.5. Качественный анализ костной ткани..... | 434 |
| Глава 20. Количественный анализ | 441 |
| Лабораторная работа 20.1. Количественный анализ витамина С методом кислотно-основного титрования | 442 |
| Лабораторная работа 20.2. Количественный анализ хлорсодержащего отбеливателя методом окислительно-восстановительного титрования..... | 446 |
| Лабораторная работа 20.3. Количественный анализ анионов морской воды | 453 |
| Глава 21. Синтез полезных соединений | 463 |
| Лабораторная работа 21.1. Синтез метилсалицилата из аспирина | 464 |
| Лабораторная работа 21.2. Получение искусственного волокна | 471 |
| Глава 22. Криминалистическая химия | 477 |
| Лабораторная работа 22.1. Применение теста Шерлока Холмса для обнаружения крови..... | 478 |
| Лабораторная работа 22.2. Проведение предварительного теста на содержание запрещенных наркотических веществ..... | 481 |
| Лабораторная работа 22.3. Обнаружение скрытых отпечатков пальцев..... | 489 |
| Лабораторная работа 22.4. Взятие пробы Марша..... | 494 |
| Предметный указатель | 500 |





Предисловие

Рождественское утро 1964 года. Мне 11 лет. Мы с младшим братом проснулись ни свет ни заря и кубарем скатились вниз по лестнице, чтобы поскорее развернуть лежащие под елкой подарки. Наши родители, еще совсем сонные, спустились вслед за нами.

В тот год Санта расщедрился. Почти весь пол гостиной был заставлен подарками в пестрой оберточной бумаге. Будучи обычными мальчишками, мы беспечно разрывали упаковку, даже не задумываясь о том, с какой заботой были завернуты коробки. Мы набросились на них, как хищники на добычу.

Конечно, некоторых разочарований было не избежать: свитеры от бабушки, школьная форма от тети Бетти и вязаные шапочки от пожилой соседской пары, Пита и Сары. Но кроме этого, мы получили множество по-настоящему интересных подарков. Спортивное снаряжение и игрушечный пистолет с пистонами для моего младшего брата. Атомная подводная лодка «Поларис» на батарейках, которая стреляла маленькими пластиковыми баллистическими ракетами. Велосипед для моего брата и пневматический пистолет для меня! Много книг нашего любимого жанра. Игрушечный набор для литья, с печью для плавки свинца и формочками в виде солдатиков.

Открывая коробку за коробкой, мы с братом мысленно сверяли подарки с нашими списками желаний. Мы оба получили все, о чем попросили. Почти. Одну вещь я никак не мог отыскать: ту, которая каждый год возглавляла список моих желаний, с тех пор как поступила в продажу «Книга рождественских желаний» от холдинга «Сирз». Я отчаянно перерывал горы оберточной бумаги в надежде, что я просто не заметил одну коробку. Но ее нигде не было.

Стоя в стороне, мои родители наблюдали за тем, как мы с братом разрываем коробки, подобно тасманийским дьяволам. В тот момент, когда я осознал, что остался без самого желанного подарка, мама с папой позвали меня на кухню. Там, на кухонном столе, стояло то, что я так надеялся получить. Подарок был уже распакован, и его содержимое предстало перед моими глазами. Отец сказал: «Это от нас с мамой. Этот подарок не игрушка».

Это был набор для проведения химических экспериментов «Лайонел-Портер-Хемкрафт», именно та модель, о которой я мечтал: самая большая, с десятками реактивов и сотнями экспериментов. Стеклоянная лабораторная посуда, спиртовая горелка, весы и даже центрифуга. Все, что мне было необходимо для занятий химией. Я моментально забыл об

остальных подарках, даже о пневматическом пистолете, и принялся читать инструкцию по использованию, перескакивая от одного эксперимента к другому. Я тщательно изучил все флакончики с реактивами. Названия химикатов звучали как волшебные заклинания. Сульфат меди, карбонат натрия, сера, хлористый кобальт, кампешевое дерево, гексацаноферрат калия, сульфат аммония-железа и еще десятки слов.

Тогда я впервые прибегнул к помощи весов. Я положил что-то на одну чашу и постепенно добавлял гирьки на вторую до тех пор, пока игла не показала равновесие. Потом я решил попробовать сделать еще что-нибудь интересное, но отец усмирил мое рвение. «Запиши результат, – сказал он. – Ученый всегда записывает свои наблюдения. Тебе не стать ученым, если не научишься методично работать и записывать все, что делаешь. Иначе это никакое ни исследование, а просто баловство». С тех пор я всегда записываю результаты своих наблюдений и исследований.

Вскоре я потерял интерес к другим игрушкам, так как набор реактивов – подарок, который изменил мою жизнь. Несколько лет спустя мама рассказала мне, что они с папой, покупая этот набор, надеялись, что он займет меня хотя бы на пару недель. Но, как позже выяснилось, я заинтересовался куда серьезнее, чем они предполагали. Вместе с отцом в подвале мы оборудовали место для проведения химических экспериментов, а позже сделали фотолабораторию. Я отовсюду таскал инструменты и реактивы и копил деньги на более дорогое оборудование. Каждую свободную минуту я проводил в этой лаборатории и, наконец, поступил в университет на химический факультет, а затем закончил аспирантуру. Даже сейчас, спустя более сорока лет, у меня в подвале есть химическая лаборатория. Она гораздо лучше той, что мы с отцом сделали в 1960-х годах, но полученные тогда навыки до сих пор помогают мне в работе.

То, что я испытал в то рождественское утро, повторялось в миллионах других домов на протяжении многих лет, когда мальчики (и, увы, лишь немногие девочки) открывали свои первые наборы для экспериментов. С 1930-х по 1960-е годы это был один из самых популярных рождественских подарков. Такие наборы продавались миллионами каждый год. Говорят, что в 1940-х и 1950-х годах в каждой семье, где был ребенок, был химический набор. Эти наборы оставались популярными до 1970-х годов и выставлялись во всех магазинах игрушек и универмагах. А потом случилось нечто ужасное. В 1980-х годах днем с огнем нельзя было отыскать наборы для химических экспериментов. Лишь немногие магазины все еще продавали их, и все же большинство из тех, которые еще можно было найти, были бледным подобием того, чем были эти наборы во времена моего детства.

Эта ситуация никак не была связана с отсутствием спроса: дети интересовались экспериментами всегда. Изменилось общество. Производители и розничные торговцы стали беспокоиться о юридической ответственности и судебных процессах, и само слово «химия» вызывало неодобрение. Большинство химических наборов стали настолько «безобидными», что потеряло всякую пользу и превратилось в обычные игрушки. Некоторые так называемые «наборы для химических экспериментов» сейчас рекламируются фразой «без использования нагрева, стекла и химикатов», как будто этим стоит гордиться. С таким же успехом их на них можно ставить пометку «без химии».

Даже самый лучший набор для экспериментов, который в России есть в продаже, «Юный химик» компании «Научные развлечения», стоит больше 3 тыс. руб. и представляет собой неудачный компромисс стоимости, безопасности и конкурентоспособности. В этом комплекте нет такого необходимого оборудования, как весы и термометр, не хватает стеклянных приборов, а реактивов так мало, что эксперименты можно проводить лишь по микроскопической химии. Несмотря на эти недостатки, набор «Юный химик» – неплохой вариант, чтобы познакомить учеников младшего школьного возраста с практической работой в химической лаборатории. С его помощью дети могут получить яркие вещества с едкими запахами, что, в конце концов, является обычным трюком, чтобы привлечь ребят к химии. Проблема в том, что этого недостаточно.

Лабораторная работа – это основа химии, а измерения – основа лабораторной работы. Практическое введение в настоящую химию требует настоящего оборудования и настоящих реактивов, а также настоящих количественных экспериментов. Все существующие на данный момент хими-

ческие наборы дают лишь представление об этих основах, поэтому очевидным решением будет составление своего собственного набора для занятий настоящей химией.

Все, что вам потребуется, легко найти в магазинах по удивительно низкой цене. Заплатив ненамного больше, чем за набор игрушек, вы можете купить необходимое оборудование и химикаты и начать изучать химию. Конечно, одна из главных причин высокой стоимости наборов заключается в скрытой надбавке за материальную ответственность. Если вы купили набор для химических экспериментов и обожглись спиртовкой, вы можете подать в суд на производителя набора. Если вы купили отдельно спиртовку и обожглись, работая с ней, виноваты вы сами.

Так что же насчет реальных опасностей, связанных с серьезной работой в химической лаборатории? В конце концов, в некоторых из экспериментов в этой книге используются концентрированные кислоты, легковоспламеняющиеся жидкости, коррозионные вещества и яды. Ради всего святого, в одном эксперименте мы будем делать напалм! Значит ли это, что читатели начнут массово вымирать, взрывать и сжигать дома или отращивать дополнительные конечности? Разумеется, нет. Опасности можно предусмотреть. Одним из уроков, повторяющихся на протяжении всей этой книги, является важность принятия личной ответственности за полезные, но опасные действия. Нужно понимать конкретные риски и принимать необходимые меры, чтобы их минимизировать или устранить.

Я решил написать эту книгу после разговора с другом и соседкой Жасмин Литлджон. Жасмин 14 лет, и она способный ребенок, который хочет связать свою карьеру с естественными науками. Я спросил ее однажды, сколько времени этому уделяют у них в школе. «Совсем немного, – ответила она. – Обычно мы тратим часы на математику, обществознание, английский язык и всякую ерунду, а на химию, физику и биологию уходит примерно 15 минут». Несмотря на то что Жасмин учится в хорошей государственной школе, там, как и везде, на естественные науки выделяется мало времени и ресурсов, а о хорошо оборудованных лабораториях и говорить не приходится. Несомненно, причинами этому школа назовет ограниченные финансовые возможности и безопасность, но эти отговорки никак не помогают Жасмин в ее стремлении стать ученым.

С одобрения ее мамы я мог бы предоставить Жасмин свою химическую лабораторию в подвале, но это решило бы только часть проблем. Если Жасмин намерена делать нечто большее, чем яркие вещества с едкими запахами, если Жасмин хочет заниматься настоящей химией, ей потребуется больше, чем просто доступ в лабораторию. Необходимы подробные инструкции и структурированный план, которые помогут ей в процессе обучения. Она должна научиться пользоваться оборудованием и безопасно обращаться с химикатами. Ей нужны хорошо продуманные эксперименты, ориентированные на конкретные аспекты лабораторной работы. Другими словами, ей понадобится справочник по проведению химических экспериментов в домашних условиях, посвященный серьезной химии, а не баловству.

Моей первой мыслью было дать Жасмин какой-нибудь классический учебник по домашней химии, опубликованный еще в 30-х, 40-х или 50-х годах. Среди них встречаются отличные справочники, но почти во всех требуются такие химикаты, как бензол, тетрахлорид углерода, соли ртути, свинца и бария, концентрированная азотная кислота и т. д. Когда-то эти вещества были в свободном доступе, но сейчас они очень дорого стоят, и найти их довольно сложно.

В некотором смысле это не было серьезной проблемой. Почти все вышеперечисленное уже было в моей лаборатории. Но даже лучшие из этих старых книг нужно было серьезно править, прежде чем рекомендовать их Жасмин. Например, один из учебников предлагал попробовать высокотоксичный ацетат свинца (также известный как «свинцовый сахар»), чтобы обнаружить его сладкий вкус. Другие давали немного небрежную информацию о том, как нужно обращаться с растворимыми соединениями ртути, или описывали потенциально опасные эксперименты.

Я пришел к выводу, что единственное хорошее решение – это написать новую книгу об изучении настоящей химии в домашних условиях, которая станет полезной для многих тысяч других людей – детей и взрослых, – которые хотели бы испытать магию химии так же, как я в то давнее рожде-

ственный урок, потратив на это разумную сумму, с легко доступным оборудованием и химикатами. Так и появилось «Иллюстрированное руководство по проведению химических экспериментов в домашних условиях».

ДЛЯ КОГО ПРЕДНАЗНАЧЕНА ЭТА КНИГА

Эта книга предназначена для всех, от ответственных подростков до взрослых, которые хотят понять химию путем настоящих практических лабораторных экспериментов.

Любители рубрики «Сделай сам» и энтузиасты науки могут использовать эту книгу, чтобы овладеть практическими навыками и фундаментальными знаниями, необходимыми, чтобы химия стала их увлечением на всю жизнь. И те, кто изучает химию в домашних условиях, и ученики государственных школ, где химия преподается только в форме лекций, с помощью этой книги могут получить практический опыт в реальной лабораторной химии. Выполнение всех лабораторных работ, описанных в этой книге, приравнивается к двум полным годам школьного курса или первой ступени университетского курса общей практической химии.

И, наконец, пару слов о том, для кого эта книга НЕ предназначена. Если вы хотите сделать фейерверк и взрывчатку, – или, лучше сказать, если вы хотите сделать только фейерверк и взрывчатку – эта книга не для вас. Если ваша цель – получить черный порошок, или нитроглицерин, или пероксид ацетона, лучше поищите другую книгу. Здесь вы также не найдете инструкции по производству метамфетамина или синтезу других незаконных веществ в домашней лаборатории. Словом, если вы планируете нарушить закон, эта книга не для вас.

КАК ОРГАНИЗОВАНА ЭТА КНИГА

Первая часть этой книги состоит из повествовательных разделов, которые охватывают основные теоретические знания, необходимые для оснащения вашей домашней химической лаборатории, овладения практическими навыками и безопасной работы:

- глава 1 «Введение»;
- глава 2 «Меры обеспечения безопасности в лаборатории»;
- глава 3 «Оснащение химической лаборатории»;
- глава 4 «Реактивы для домашней химической лаборатории»;
- глава 5 «Совершенствование навыков работы в лаборатории».

Основная часть книги состоит из семнадцати практических лабораторных глав, каждая из которых посвящена определенной теме. Большинство лабораторных разделов включает в себя несколько лабораторных работ, от вступительных занятий, подходящих для средней школы или первого курса химии в средней школе, до более продвинутых, подходящих для студентов, планирующих сдавать экзамен по программе углубленного изучения химии:

- глава 6 «Разделение смесей»;
- глава 7 «Растворимость и растворы»;
- глава 8 «Коллигативные свойства растворов»;
- глава 9 «Введение в химические реакции и стехиометрию»;
- глава 10 «Окислительно-восстановительные реакции»;
- глава 11 «Кислотно-основная химия»;
- глава 12 «Кинетика химических реакций»;
- глава 13 «Химическое равновесие и принцип Ле Шателье»;
- глава 14 «Химия газов»;

-
- глава 15 «Термохимия и калориметрия»;
 - глава 16 «Электрохимия»;
 - глава 17 «Фотохимия»;
 - глава 18 «Коллоиды и суспензии»;
 - глава 19 «Качественный анализ»;
 - глава 20 «Количественный анализ»;
 - глава 21 «Синтез полезных соединений»;
 - глава 22 «Криминалистическая химия».

БЛАГОДАРНОСТИ

Несмотря на то что на обложке написано только мое имя, эта книга является результатом совместных усилий очень многих людей. Она не была бы написана без помощи и совета моей жены, Барбары Фричман Томпсон. Мои редакторы, Том Сгурос и Брайан Джемсон, помогли мне на каждом этапе и давали множество полезных советов. Как и всегда, дизайнеры и редакторы издательства O'Reilly чудесным образом превратили мою рукопись в готовую привлекательную книгу.

Наконец, особая благодарность моим друзьям и техническим рецензентам, доктору Мэри Червенак и доктору Полу Джонсу. Мэри, которая получила докторскую степень по органической химии в Университете Дьюка, является химиком-исследователем компании Dow Chemical. Пол, также получивший докторскую степень в области органической химии в Университете Дьюка, является профессором органической химии в Университете Уэйк-Форест. Мэри и Пол прекрасно справились с ролью технических рецензентов, исправили мои ошибки и внесли бесчисленные полезные предложения и комментарии. С их помощью (см. рис. 0.1) эта книга получилась гораздо лучше, чем могла бы быть. Спасибо, ребята.

КАК С НАМИ СВЯЗАТЬСЯ

Группа MAKE объединяет, вдохновляет, информирует и развлекает растущее сообщество находчивых людей, реализующих удивительные проекты в домашних условиях. Группа MAKE поощряет ваше право подстраивать, взламывать и использовать любую технологию по собственному желанию. Аудитория MAKE представляет собой растущее сообщество людей, верящих в возможность улучшения самих себя, окружающей среды, системы образования и всего мира. Это не просто аудитория, это всемирное движение, возглавляемое группой MAKE, — мы называем его *Maker Movement* («Движение творцов»).

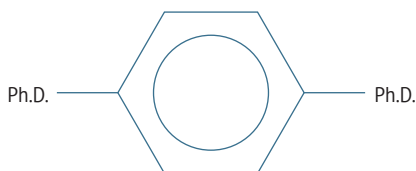
Для получения дополнительной информации о группе MAKE посетите интернет-ресурсы:

- журнал MAKE: makezine.com/magazine;
- выставка Maker Faire: makerfaire.com;
- сайт Makezine.com: makezine.com;
- магазин Maker Shed: makershed.com.

СПАСИБО ВАМ

Благодарим вас за покупку «Иллюстрированной энциклопедии: химические эксперименты». Надеюсь, вам понравится читать и использовать эту книгу так же, как мне понравилось ее писать.

Рис. 0.1. *Paradoxybenzene*, также известный как 1,4-дифенбензол



ОТЗЫВЫ И ПОЖЕЛАНИЯ

Мы всегда рады отзывам наших читателей. Расскажите нам, что вы думаете об этой книге – что понравилось или, может быть, не понравилось. Отзывы важны для нас, чтобы выпускать книги, которые будут для вас максимально полезны.

Вы можете написать отзыв прямо на нашем сайте www.dmkpress.com, зайдя на страницу книги, и оставить комментарий в разделе «Отзывы и рецензии». Также можно послать письмо главному редактору по адресу dmkpress@gmail.com, при этом напишите название книги в теме письма.

Если есть тема, в которой вы квалифицированы, и вы заинтересованы в написании новой книги, заполните форму на нашем сайте http://dmkpress.com/authors/publish_book/ или напишите в издательство по адресу dmkpress@gmail.com.

Связаться напрямую с автором можно по электронной почте: robert@thehomescientist.com.

Я читаю все письма, которые присылают читатели, но не могу отвечать каждому из вас. Если бы я это делал, у меня бы не осталось времени ни на что другое. Но мне нравится получать ваши комментарии.

СПИСОК ОПЕЧАТОК

Хотя мы приняли все возможные меры, для того чтобы удостовериться в качестве наших текстов, ошибки все равно случаются. Если вы найдете таковые в одной из наших книг – возможно, ошибку в тексте или в коде, – мы будем очень благодарны, если вы сообщите нам о ней. Сделав это, вы избавите других читателей от расстройств и поможете нам улучшить последующие версии этой книги.

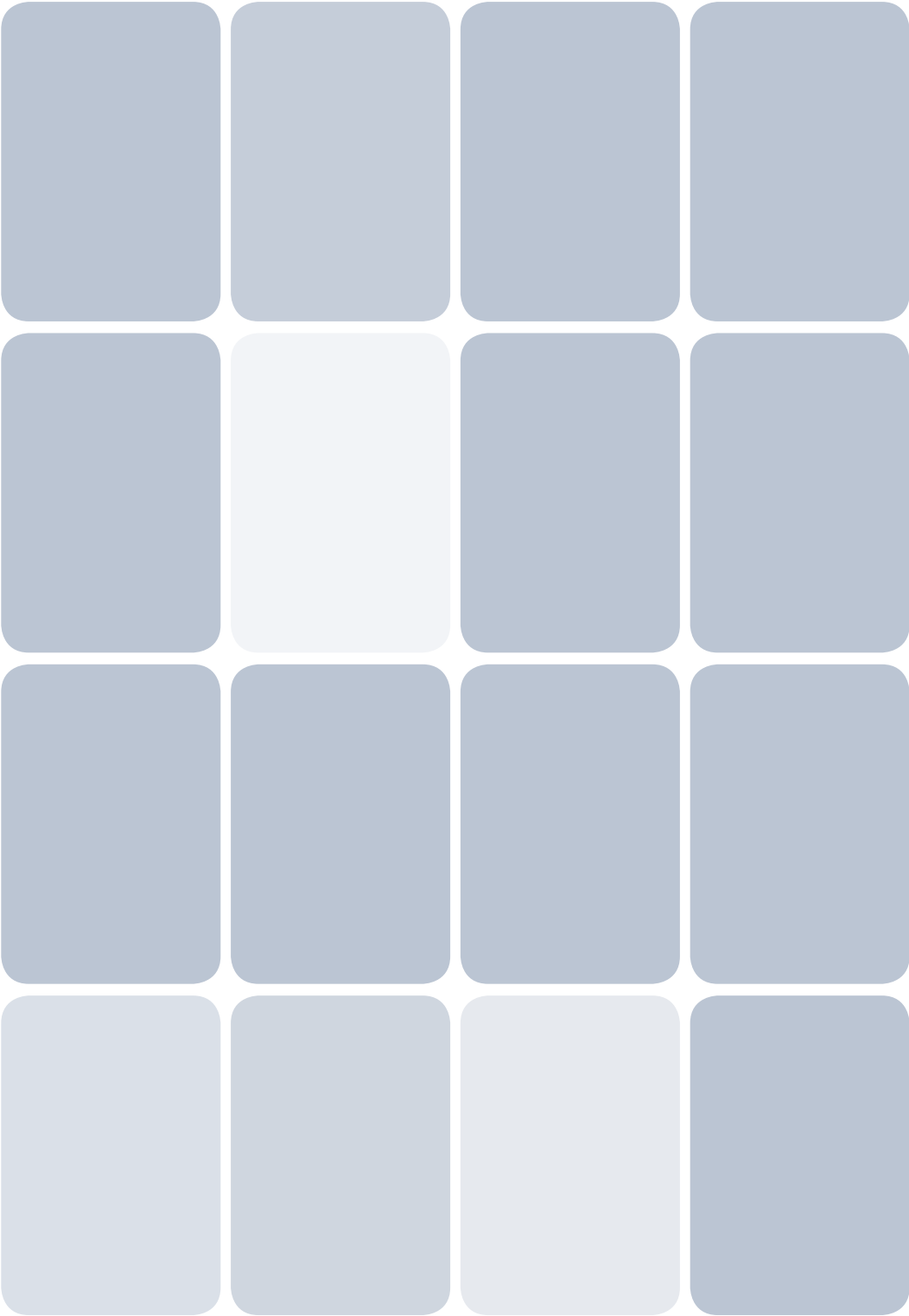
Если найдете какие-либо ошибки в коде, пожалуйста, сообщите о них главному редактору по адресу dmkpress@gmail.com, и мы исправим это в следующих тиражах.

НАРУШЕНИЕ АВТОРСКИХ ПРАВ

Пиратство в интернете по-прежнему остается насущной проблемой. Издательства «ДМК Пресс» и O'Reilly очень серьезно относятся к вопросам защиты авторских прав и лицензирования. Если вы столкнетесь с незаконно выполненной копией любой нашей книги, пожалуйста, сообщите нам адрес копии или веб-сайта, чтобы мы могли применить санкции.

Пожалуйста, свяжитесь с нами по адресу электронной почты dmkpress@gmail.com со ссылкой на подозрительные материалы.

Мы высоко ценим любую помощь по защите наших авторов, помогающую предоставлять вам качественные материалы.



Введение

- Ваши подход и цели во многом определяют, какой опыт вы получите.
- Если вы увлекаетесь химией, никаких проблем. Просто прочитайте книгу от начала до конца и сделайте лабораторные работы в том порядке, в котором они представлены.
- Для вас это станет хорошим развлечением, в ходе которого вы также узнаете много нового о химии.
- Если вы учитесь в школе или дома и хотите, чтобы лабораторный курс по химии дополнял и улучшал лекционный курс средней школы, вам нужно немного тщательнее спланировать ваши занятия. Лабораторные работы в этой книге охватывают два года школьного курса по химии, включая полный набор лабораторных работ, подходящих для студентов первого курса химического факультета и вторую группу лабораторных работ, подходящих для студентов второго курса или для тех, кто изучает химию углубленно.
- Лабораторные занятия в этой книге разбиты на главы по темам, но их порядок может не соответствовать порядку, в котором эти же темы рассматриваются в вашем учебнике по химии. Это не проблема, потому что вы можете выполнять эти лабораторные работы в любом порядке, соответствующем вашему учебнику. Другой вопрос – какие лабораторные работы выбрать?

ИЩИТЕ ТЕРМИНЫ

Поскольку в этой книге основное внимание уделяется лабораторным работам по химии, а не теории, в ней вам могут встретиться незнакомые термины, особенно, если вы пользуетесь этой книгой без опоры на какой-либо учебник. Обычно такие термины понятны из контекста. Но если вы все же не понимаете чего-либо, не нужно пытаться угадать. Поищите этот термин в интернете или в хорошем учебнике по общей химии.

Например, хороший учебник по общей химии – «Chemistry, The Central Science» (Brown, et al., Prentice Hall, 2002), но есть и многие другие. Учебники по химии часто можно купить по довольно низкой цене в магазинах подержанных книг, подойдет даже слегка устаревшее издание – они часто обновляются с очень незначительными изменениями. Но даже книга, выпущенная десять или более лет назад, охватывает все необходимые основы. За последние годы общая химия не сильно изменилась.

Тем студентам, которые не планируют углубленно изучать естественные науки в университете, нужен только первый курс химии с некоторым упором на основные химические лабораторные процедуры. Им достаточно 60–90 минут занятий в химической лаборатории в неделю. Хорошей отправной точкой послужат следующие лабораторные работы, но некоторые из них подразумевают два этапа:

- 6.1 «Дифференциальная растворимость: разделение песка и сахарозы»;
- 6.5 «Хроматография: двухфазное разделение смесей» (только первая часть);
- 7.1 «Составление молярного раствора твердого химиката»;

-
- 8.3 «Наблюдение за действием осмотического давления»;
 - 9.1 «Реакция соединения»;
 - 9.3 «Реакция замещения»;
 - 11.1 «Что определяет водородный показатель pH?»;
 - 13.1 «Изучение принципа Ле Шателье в действии»;
 - 14.1 «Изучение зависимости объема от давления (закон Бойля–Марриота)»;
 - 15.1 «Определение теплоты растворения»;
 - 15.2 «Определение теплоты плавления льда»;
 - 16.1 «Получение водорода и кислорода методом электролиза воды»;
 - 18.1 «Изучение свойств коллоидов и суспензий»;
 - 19.1 «Применение реакции пламени для определения ионов металла»;
 - 19.2 «Определение ионов металла при помощи перлов буры».

Студентам, которые планируют изучать естественные науки в университете углубленно, необходим курс химии с гораздо большим упором на химические лабораторные процедуры. В таком случае вам следует выделить два лабораторных занятия в неделю от 90 до 120 минут или же одно занятие продолжительностью 3–4 часа. (Регулярные лабораторные занятия в выходные дни, когда вы свободны от других занятий, лучше всего подходят для практики как ученикам на домашнем обучении, так и учащимся государственных школ.) Хорошей отправной точкой для вас будут следующие лабораторные занятия:

- 6.1 «Дифференциальная растворимость: разделение песка и сахарозы»;
- 6.2 «Дистилляция: чистый этанол»;
- 6.3 «Рекристаллизация: выделение медного купороса»;
- 6.4 «Экстракция растворителями»;
- 6.5 «Хроматография: двухфазное разделение смесей»;
- 7.1 «Составление молярного раствора твердого химиката»;
- 7.2 «Создание молярного раствора твердого химиката»;
- 7.3 «Приготовление молярного раствора жидкого химиката»;
- 7.4 «Составление раствора с использованием массовой концентрации»;
- 8.1 «Определение молярной массы раствора методом эбулиоскопии»;
- 8.2 «Определение молярной массы раствора методом понижения температуры замерзания»;
- 8.3 «Наблюдение за действием осмотического давления»;
- 9.1 «Реакция соединения»;
- 9.2 «Реакция разложения»;
- 9.3 «Реакция замещения»;
- 9.4 «Стехиометрия реакции обмена»;
- 10.1 «Восстановление (выделение) меди из медной руды»;
- 10.2 «Изучение стадий окисления марганца»;
- 11.1 «Что определяет водородный показатель pH?»;
- 12.1 «Определение температурного воздействия на скорость реакции»;
- 12.2 «Определение влияния площади поверхности на скорость реакции»;
- 12.3 «Определение влияния концентрации на скорость реакции»;
- 13.1 «Изучение принципа Ле Шателье в действии»;

- 13.2 «Эффект общего иона в количественном выражении»;
- 14.1 «Изучение зависимости объема от давления (закон Бойля–Марриота)»;
- 14.2 «Изучение зависимости объема и температуры газов (закон Гей-Люссака)»;
- 14.3 «Изучение зависимости давления и температуры газов (закон Шарля)»;
- 15.1 «Определение теплоты растворения»;
- 15.2 «Определение теплоты плавления льда»;
- 15.3 «Определение удельной теплоемкости металла»;
- 16.1 «Получение водорода и кислорода методом электролиза воды»;
- 18.1 «Изучение свойств коллоидов и суспензий»;
- 18.2 «Изготовление пены для пожаротушения»;
- 18.3 «Изготовление гелеобразного золя»;
- 19.1 «Применение реакции пламени для определения ионов металла»;
- 19.2 «Определение ионов металла при помощи перлов брыз».

ПРИМЕЧАНИЕ К ЭКЗАМЕНУ ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ИЗУЧАЮЩИХ ХИМИЮ УГЛУБЛЕННО

В ходе обсуждения экзамена для студентов, изучающих химию углубленно (AP Chemistry Exam), д-р Пол Джонс сделал глубокий комментарий, заслуживающий серьезного рассмотрения. Многие из студентов первого курса, изучающих у Пола Джонса органическую химию, сдают экзамен AP Chemistry на оценку «4» или «5» и пропускают первый год общей химии в университете. Пол считает, что это ошибка, потому что почти никто из этих студентов не получает полного эквивалента первого курса общей химии на своих курсах углубленного изучения.

По мнению Пола, студенту, изучающему историю, очень удобно написать такой экзамен и сдать экстерном первый курс общей химии в университете, и наоборот, студенту, изучающему химию, очень трудно с помощью этого экзамена сдать экстерном первый курс общей истории. Но студент-историк не должен сдавать экстерном курс истории, а студент-химик (или студент другого естественно-научного направления) не должен сдавать экстерном курс химии.

Это не значит, что будущие химики (или физики, биологи или другие ученые) не должны проходить углубленные курсы по химии и сдавать экзамен. В худшем случае, на вступительных курсах по вашей специализации, даже если вы уже сдали углубленный экзамен, вы с легкостью получаете свою пятерку, впечатляете преподавателя и с ходу приступаете к дальнейшему изучению.

Если вы студент-химик второго курса углубленной программы, выделите как минимум два занятия химией в неделю по 2 часа или одно занятие продолжительностью 4 часа. Хорошей отправной точкой станут следующие лабораторные работы (которые предполагают, что в ходе первого курса вы выполнили предыдущую группу работ):

- 6.6 «Определение формулы гидрата»;
- 7.5 «Определение концентрации раствора с помощью оптической колориметрии»;
- 11.2 «Определение показателя pH в водно-соляном растворе»;
- 11.3 «Изучение характеристик буферного раствора»;
- 11.4 «Стандартизация хлористоводородной кислоты путем титрования»;
- 12.4 «Определение влияния катализаторов на скорость реакции»;
- 13.3 «Определение константы произведения растворимости»;
- 14.4 «Применение уравнения состояния идеального газа для определения процентной доли уксусной кислоты в уксусе»;

- 14.5 «Определение молярной массы по плотности паров»;
- 15.4 «Определение теплового эффекта химической реакции (изменения энтальпии)»;
- 16.2 «Изучение электрохимического окисления железа»;
- 16.3 «Измерение электродного потенциала»;
- 16.4 «Изучение преобразования энергии (напряжение и сила тока)»;
- 16.5 «Как сделать гальваническую батарейку с двумя электродами»;
- 16.6 «Как сделать аккумулятор»;
- 17.1 «Фотохимическая реакция йода и оксалата»;
- 19.3 «Качественный анализ неорганических анионов»;
- 19.4 «Качественный анализ неорганических катионов»;
- 19.5 «Качественный анализ костной ткани»;
- 20.1 «Количественный анализ витамина С методом кислотно-основного титрования»;
- 20.2 «Количественный анализ хлорсодержащего отбеливателя методом окислительно-восстановительного титрования»;
- 20.3 «Количественный анализ анионов морской воды»;
- 21.1 «Синтез метилсалицилата из аспирина»;
- 21.2 «Получение искусственного волокна»;
- 22.1 «Применение теста Шерлока Холмса для обнаружения крови»;
- 22.2 «Проведение предварительного теста на содержание запрещенных наркотических веществ»;
- 22.3 «Обнаружение скрытых отпечатков пальцев»;
- 22.4 «Взятие пробы Марша».

В табл. 1.1 показано, как лабораторные работы в этой книге сопоставляются с экспериментами, рекомендованными Советом колледжа для углубленного экзамена AP Chemistry. Обратите внимание, что некоторые из рекомендуемых экспериментов выполняются в течение первого года обучения и повторять их на втором курсе не нужно.

Таблица 1.1. Рекомендуемые эксперименты для углубленного изучения в сопоставлении с лабораторными работами в этой книге

| # | Рекомендуемый эксперимент AP | # | Соответствующая лабораторная работа |
|---|---|------|--|
| 1 | Определение формулы соединения | 9.2 | Реакция разложения |
| 2 | Определение процента воды в гидрате | 6.6 | Определение формулы гидрата |
| 3 | Определение молярной массы по плотности паров | 14.5 | Определение молярной массы по плотности паров |
| 4 | Определение молярной массы методом понижения точки замерзания | 8.2 | Определение молярной массы раствора методом понижения температуры замерзания |
| 5 | Определение молярного объема газа | 14.4 | Применение уравнения состояния идеального газа для определения процентной доли уксусной кислоты в уксусе |
| 6 | Титрование раствора с использованием первичного стандарта | 11.4 | Стандартизация хлористоводородной кислоты путем титрования |

Таблица 1.1 (окончание)

| # | Рекомендуемый эксперимент AP | # | Соответствующая лабораторная работа |
|----|---|------------------------------|--|
| 7 | Определение концентрации кислотного-основным титрованием, включая слабую кислоту или слабое основание | 20.1 | Количественный анализ витамина С методом кислотного-основного титрования |
| 8 | Определение концентрации методом окислительно-восстановительного титрования | 20.2 | Количественный анализ хлорсодержащего отбеливателя методом окислительно-восстановительного титрования |
| 9 | Определение отношения массы и моля в химической реакции | 9.4 | Стехиометрия реакции обмена |
| 10 | Определение константы равновесия для химической реакции | 13.3 | Определение константы произведения растворимости |
| 11 | Определение показателей кислотного-основного титрования; определение pH | 11.1 11.2 | Что определяет водородный показатель pH? Определение показателя pH в водно-соляном растворе |
| 12 | Определение скорости и порядка реакции | 12.1 12.2 12.3 12.4 | Определение температурного воздействия на скорость реакции Определение влияния площади поверхности на скорость реакции Определение влияния концентрации на скорость реакции Определение влияния катализаторов на скорость реакции |
| 13 | Определение изменения энтальпии, связанное с реакцией | 15.4 | Определение теплового эффекта химической реакции (изменения энтальпии) |
| 14 | Разделение и качественный анализ катионов и анионов | 19.3 19.4 19.5 | Качественный анализ неорганических анионов Качественный анализ неорганических катионов Качественный анализ костной ткани |
| 15 | Синтез комплексного соединения и его химический анализ | 21.2 | Получение искусственного волокна |
| 16 | Аналитическое гравиметрическое измерение | 20.3 | Количественный анализ анионов морской воды |
| 17 | Колориметрический или спектрофотометрический анализ | 7.5 17.1 | Определение концентрации раствора с помощью оптической колориметрии Фотохимическая реакция йода и оксалата |
| 18 | Хроматографическое разделение | 6.5 | Хроматография: двухфазное разделение смесей |
| 19 | Приготовление буферных растворов и их свойства | 11.3 | Изучение характеристик буферного раствора |
| 20 | Определение ряда электродных потенциалов | 16.1 16.2 16.3 | Получение водорода и кислорода методом электролиза воды Изучение электрохимического окисления железа Измерение электродного потенциала |
| 21 | Измерения с использованием электрохимических элементов и гальванизации | 16.4 16.5 16.6 | Изучение преобразования энергии (напряжение и сила тока) Как сделать гальваническую батарейку с двумя электродами Как сделать аккумулятор |
| 22 | Синтез, очистка и анализ органического соединения | 21.1 | Синтез метилсалицилата из аспирина |

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru