



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ
ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

УДК 542.06+546.05+372.854

ББК 24.1

О-28

Рецензенты: канд. хим. наук, доц. *В. Н. Сорокоумов* (СПбГУ), нар. учитель РФ, засл. учитель РФ *В. Я. Баимаков* (ГБУ ДО «Центр «Интеллект»)

Авторы: Алябьева В. П., Борисова М. В., Воеводина Е. А., Гусев И. М., Проявкин А. А., Севастьянова Т. Н., Скрипкин М. Ю., Соколова О. Б.

Печатается по рекомендации

*Учебно-методической комиссии Института химии
Санкт-Петербургского государственного университета*

Общая и неорганическая химия: Практические работы
О-28 для школьников: учебно-методическое пособие / под. ред. М. Ю. Скрипкина. — СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2019. — 100 с.

ISBN 978-5-288-05908-7

Предлагаемое пособие нацелено на ознакомление школьников с приемами работы в химической лаборатории и выработку практических навыков, необходимых при подготовке к Государственной итоговой аттестации, а также профессиональных умений химика-синтетика. Благодаря тому, что представленный в пособии объем работ существенно превосходит обычный набор экспериментов по общей и неорганической химии, реализуемый в средней школе (в том числе и в классах химической специализации), книга может оказаться весьма полезной для учителей школ, позволяя им шире варьировать демонстрационный материал, предлагаемый на уроках.

Настоящее пособие предназначено для учащихся, осваивающих основные программы среднего образования в Академической гимназии имени Д. К. Фаддеева СПбГУ или дополнительные образовательные программы, реализуемые в СПбГУ.

УДК 542.06+546.05+372.854

ББК 24.1

ISBN 978-5-288-05908-7

© Санкт-Петербургский
университет, 2019
© Авторы, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

От авторов.....	5
Предисловие	6
1. Основные сведения о работе в химической лаборатории.....	8
1.1. Основы техники безопасности	—
1.2. Химическая посуда и оборудование	9
1.3. Фильтрование.....	16
1.4. Охлаждающие смеси.....	20
1.5. Методы очистки веществ	21
1.5.1. Перекристаллизация.....	—
1.5.2. Возгонка (сублимация)	22
1.5.3. Перегонка (дистилляция)	—
1.5.4. Осушка и очистка газа	23
2. Описание лабораторных работ по общей химии.....	24
2.1. Взвешивание. Определение точности отбора аликвоты весовым методом.....	—
2.2. Определение молярной массы газа	27
2.3. Установление формулы кристаллогидрата.....	29
2.4. Очистка вещества методом перекристаллизации	30
2.4.1. Хлорид натрия	—
2.4.2. Дихромат калия	33
2.4.3. Медный купорос	34
2.5. Определение состава смеси неорганических веществ.....	36
2.6. Идентификация растворимых солей по характерным реакциям ионного обмена	37
2.7. Водородный показатель	39
2.8. Гидролиз солей.....	42
2.9. Окислительно-восстановительные реакции в растворах	44
2.10. Скорость химической реакции.....	46
2.11. Химическое равновесие.....	52
2.12. Электролиз водного раствора соли меди.....	54

3. Описание лабораторных работ по синтезу неорганических веществ.....	59
3.1. Получение соли взаимодействием основного оксида с кислотой.....	—
3.2. Получение двойных солей.....	60
3.2.1. Алюмокалиевые квасцы.....	—
3.2.2. Хромоаммонийные квасцы.....	—
3.2.3. Гексагидрат сульфата аммония-никеля(II).....	61
3.2.4. Соль Мора.....	—
3.3. Синтез неорганических препаратов.....	62
3.3.1. Кислород O_2	—
3.3.2. Водород H_2	63
3.3.3. Азот N_2	—
3.3.4. Хлор Cl_2	64
3.3.5. Моноксид углерода CO (угарный газ).....	66
3.3.6. Закись азота N_2O («веселящий газ»).....	67
3.3.7. Моноксид азота NO.....	68
3.3.8. Диоксид азота NO_2	69
3.3.9. Трихлорид иода ICl_3	70
3.3.10. Сульфид свинца PbS	71
3.3.11. Монохлорид меди $CuCl$	72
3.3.12. Бертолетова соль $KClO_3$	73
3.3.13. Кристаллический гидроксид алюминия $Al(OH)_3$	74
3.3.14. Хромат бария $BaCrO_4$	75
3.3.15. Дигидрат трийодоплумбита калия $K[PbI_3] \cdot 2H_2O$	76
3.3.16. Свинцовые кроны $PbCrO_4 \cdot nPbSO_4$	77
3.3.17. Моногидрат сульфата тетраамминмеди(II) $[Cu(NH_3)_4]SO_4 \cdot H_2O$	78
Список литературы.....	79
Приложение.....	80
П.1. Некоторые справочные данные для выполнения работ.....	—
П.2. Примеры типовых расчетов при проведении очистки вещества методом перекристаллизации.....	82
П.3. Образцы протоколов лабораторных работ.....	83

ОТ АВТОРОВ

Настоящее пособие предназначено для учащихся, осваивающих основные программы среднего образования в Академической гимназии имени Д. К. Фаддеева СПбГУ или дополнительные образовательные программы на базе АГ СПбГУ или Ресурсного образовательного центра по направлению «Химия». Авторы издания — сотрудники Санкт-Петербургского государственного университета, на протяжении многих лет работающие со школьниками как в качестве преподавателей Академической гимназии СПбГУ, так и в рамках олимпиад, химических турниров, сессий для школьников различных регионов России и так далее. Основная задача, поставленная авторами, — ознакомление обучающихся с важнейшими приемами работы в современной химической лаборатории, выработка у них как практических навыков, необходимых при подготовке к Государственной итоговой аттестации (как известно, «лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать»), так и профессиональных умений химика-синтетика. Следует отметить, что раздел «Описание лабораторных работ по общей химии» содержит всю теоретическую и практическую информацию, необходимую для успешной сдачи ЕГЭ по химии. Благодаря тому, что представленный объем работ существенно превосходит обычный набор экспериментов по общей и неорганической химии, реализуемый в средней школе (в том числе и в классах химической специализации), пособие может быть весьма полезно для учителей школ, позволяя им шире варьировать демонстрационный материал, предлагаемый на уроках.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дорогой юный химик!

Мы рады видеть вас среди нового поколения «покорителей вещества» — химиков. В ближайшее время вам предстоит познакомиться с самыми разными сторонами химической науки, освоить разнообразные методы и подходы, без которых трудно себе представить работу современного исследователя. Однако никогда не забывайте, что химия — это наука о веществе и его превращениях. И несмотря на развитие и все возрастающее значение теоретических методов, формирование навыков экспериментальной работы, приобщение к искусству химического синтеза по-прежнему остается важнейшим этапом подготовки современного химика.

Еще во времена алхимиков все описания таинства превращений одних веществ в другие являлись важнейшей информацией, а умелая реализация этих превращений — критерием мастерства исполнителя. А какое искусство и смекалку проявил С. В. Лебедев, выполняя дипломную работу по теме «Исследование трихлорметил-о-метоксифенилкарбинола»! На завершающем этапе двухлетней работы по синтезу вещества он разбил колбочку с долгожданным продуктом. Однако ученый не растерялся: он настриг фильтровальную бумагу, смочил ее эфиром, собрал, как мог, содержимое колбы, а затем из эфирного экстракта выделил нужное ему вещество, потеряв лишь незначительную его часть, и провел необходимые исследования. Значительное число Нобелевских премий по химии присуждено за развитие методов синтеза соединений различных классов: от Эмиля Фишера («За эксперименты по синтезу веществ с саха-

ридными и пуриновыми группами», 1902 г.) и Адольфа фон Байера («За заслуги в развитии органической химии и химической промышленности благодаря работам по органическим красителям и гидроароматическим соединениям», 1905 г.) до Роберта Граббса, Ричарда Шрока и Ива Шомена («За вклад в развитие метода метатезиса в органическом синтезе», 2005 г.), Ричарда Хека, Эйити Нэгиси и Акиры Судзуки («За палладий-катализируемые реакции кросс-сочетания в органическом синтезе», 2010 г.).

Умение грамотно провести синтез, выделить нужный продукт — чрезвычайно важный компонент профессиональной работы современного химика. Ведь именно ему предстоит решать задачи получения новых материалов, создания современных лекарственных препаратов и т. д. И чем искуснее владеет исследователь этим мастерством, чем совершеннее его навыки в получении веществ, извлечении их из многокомпонентных смесей, их идентификации, тем более востребованным специалистом он окажется. Весь процесс обучения химика направлен на формирование у него умения использовать современные методы синтеза, разделения, идентификации веществ. И начало этому процессу желательно положить еще в школе.

В настоящем пособии дана краткая информация о методах и подходах, используемых в процессе синтеза и очистки неорганических веществ, приведено описание ряда работ, выполняя которые вы сможете закрепить на практике свои знания об основных закономерностях химических превращений, а также приобрести и закрепить навыки химика-синтетика. Наличие таких навыков позволит вам перейти в дальнейшем к работе в лабораториях аналитического, физико-химического и органического профиля и будет надежной основой вашей дальнейшей деятельности в сфере химии.

Желаем успехов в вашем становлении как химика-профессионала!

1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О РАБОТЕ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

1.1. ОСНОВЫ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Некоторые начинающие химики пренебрежительно относятся к мерам безопасности, соблюдение которых обязательно при проведении химических экспериментов. В настоящем пособии мы сочли целесообразным вкратце напомнить вам самое важное, относящееся к данному вопросу.

1. При работе в лаборатории необходимо надеть рабочий халат для предохранения одежды от прожогов и загрязнений.
2. Перед началом работы следует внимательно ознакомиться с помещением лаборатории, с оборудованием, приборами, средствами пожаротушения (огнетушитель, противопожарное одеяло, песок для тушения).
3. Емкости с концентрированными растворами кислот, щелочей, а также с растворами сильно пахнущих веществ размещаются на подносе в вытяжном шкафу. Бутыли с этими веществами обязательно должны быть закрыты стеклянными пробками. Растворы, находящиеся в вытяжном шкафу, перемещать на рабочий лабораторный стол **запрещается**. Емкости для **слива отходов** кислот и щелочей, а также органических жидкостей также размещаются в вытяжном шкафу.
4. При разбавлении концентрированных кислот следует тонкой струей вливать **кислоту в воду** небольшими порциями, постоянно перемешивая раствор стеклянной палочкой.
5. Все операции, связанные с получением газообразных веществ, должны проводиться в вытяжном шкафу.
6. При работе с газовой горелкой необходимо следить, чтобы пламя не проникало внутрь горелки (так называемый проскок пламени). Если же это произошло, следует закрыть кран,

дать горелке остыть и только после этого вновь открыть ее, уменьшив приток воздуха.

7. Если пламя охватило вашу одежду или одежду соседа, используйте противопожарное одеяло для прекращения доступа воздуха. **Немедленно обратитесь к лаборанту или преподавателю!** После этого воспользуйтесь медицинской аптечкой.
8. При попадании на кожу или в глаза кислот сразу промойте пораженный участок большим количеством воды, а затем раствором пищевой соды; при попадании щелочей — раствором борной кислоты. Затем снова промойте пораженный участок водой. **Немедленно обратитесь к лаборанту или преподавателю!**
9. При работе с горючими и легковоспламеняющимися веществами ни в коем случае не ставьте их вблизи открытого пламени газовых горелок.
10. При проведении реакции не наклоняйтесь над емкостью с реакционной смесью.
11. Все реактивы берите чистым сухим шпателем, эксперимент проводите в предварительно вымытой, чистой химической посуде.

1.2. ХИМИЧЕСКАЯ ПОСУДА И ОБОРУДОВАНИЕ

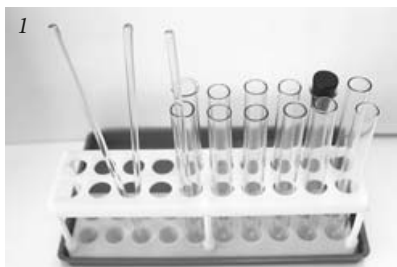
Для проведения различных химических опытов применяется особая посуда из тонкостенного и толстостенного стекла. Изделия из тонкостенного стекла стойки к изменениям температуры, поэтому в них обычно проводят химические операции, требующие нагревания. Химическую посуду из толстостенного стекла нагревать нельзя. Ниже описана наиболее часто используемая лабораторная посуда и приведены фотографии соответствующих предметов.

Изделия из стекла

1. Пробирки.

2. **Стаканы** различного объема; специальная отметка — *матовый квадрат* — указывает на термическую устойчивость стекла: это означает, что стакан можно нагревать открытым пламенем и наливать в него горячий раствор.

3. **Колбы круглодонные** — для нагревания растворов при высокой температуре в течение длительного времени.



Изделия из стекла:

1 — пробирки, 2 — стаканы химические, 3 — колбы круглодонные, 4 — колба Вюрца, 5 — колбы конические, 6 — колбы Бунзена, 7 — кристаллизаторы, 8 — воронки.



Изделия из стекла:

9 — эксикаторы (справа — вакуум-эксикатор), 10 — бюксы, 11 — промывные склянки (слева и по центру) и барботер (справа), 12 — капельные воронки, 13 — фильтры Шотта, 14 — чашки Петри, 15 — склянка Тищенко, 16 — хлоркальциевые трубки.