

УДК 371.385+542+543+546+547

ББК 72.5+35.11+24.1

П90

Авторы проектов:

д-р хим. наук *Мерещенко А. С.* (1), канд. хим. наук *Ростовский Н. В.*, *Коронатов А. Н.* (2);
канд. хим. наук *Михайлов В. Н.*, *Жуков А. С.* (3); канд. хим. наук *Пешкова М. А.*,
Калиничев А. В., *Похвищева Н. В.* (4); канд. хим. наук *Тумкин И. И.*, *Горшкова К. О.*,
Сомова В. Д. (5); *Бессонова Е. А.*, *Сомова В. Д.* (6); канд. хим. наук *Савинов С. С.*,
Петрунина А. Р. (7); канд. хим. наук *Курапова О. Ю.*, *Глухарев А. Г.*, *Никифорова К. В.* (8);
канд. хим. наук *Скрипкин М. Ю.*, *Булдаков А. В.* (9–10); канд. хим. наук *Богачев Н. А.*,
Толмачев М. В., *Макарова А. А.* (11); *Копаничук И. В.* (12)

Рецензенты:

канд. хим. наук, доцент СПбГУ *В. Н. Сорокоумов*; канд. пед. наук,
зав. кафедрой естественно-научного образования АПО *А. Н. Левкин*

Научный редактор

д-р хим. наук, проф. *А. А. Карцова*

*Рекомендовано в качестве учебно-методического пособия
Учебно-методической комиссией Института химии
Санкт-Петербургского государственного университета*

Путь в профессию. Школьные исследовательские проекты по
П90 химии / под ред. д-ра хим. наук, проф. *А. А. Карцовой*. — СПб.: Изд-во
С.-Петерб. ун-та, 2020. — 234 с., ил.
ISBN 978-5-288-06000-7

Книга содержит описания исследовательских проектов по химии для учащихся старших классов, проявляющих к химии глубокий интерес. Проекты подготовлены преподавателями и аспирантами Института химии СПбГУ для проектной образовательной химической смены Санкт-Петербургского государственного университета в Образовательном центре «Сириус». Представленные проекты направлены на формирование у школьников представлений о современной методологии и технике лабораторного химического синтеза и анализа. Каждый проект состоит из теоретической и практической частей, также предложены контрольные вопросы для самопроверки. Пособие снабжено схемами реакций и установок для их проведения.

Адресовано руководителям проектной деятельности школьников, учителям химии, а также учащимся старших классов.

УДК 371.385+542+543+546+547

ББК 72.5+35.11+24.1

ISBN 978-5-288-06000-7

© Санкт-Петербургский
государственный университет, 2020

© Авторы, 2020

Оглавление

Предисловие	7
1. Правила безопасной работы в лаборатории органического и неорганического синтеза	9
1.1. Общие положения	9
1.2. Правила работы на вакуумных установках	11
1.3. Работа с ядовитыми и едкими веществами	11
1.4. Работа с горючими и легковоспламеняющимися веществами	12
1.5. Действия при возникновении пожара	13
1.6. Первая помощь при ожогах, отравлениях и других несчастных случаях	13
2. Исследовательский проект «Синтез и изучение свойств азокрасителей»	15
2.1. Введение	15
2.2. Теоретическая часть	16
2.3. Стеклопосуда лабораторная и оборудование	22
2.4. Экспериментальная часть	27
2.5. Полученные результаты	33
2.6. Контрольные вопросы	39
Рекомендуемая литература	40
3. Исследовательский проект «Проточный микрореакторный синтез: путь к автоматизации химического эксперимента»	41
3.1. Введение	41
3.2. Теоретические основы проточной химии	43
3.3. Анатомия проточной микрореакторной установки	46
3.4. Экспериментальная часть	51
3.5. Контрольные вопросы	61
Рекомендуемая литература	61
	3

4.	Исследовательский проект «Фотография в количественном анализе»	63
4.1.	Введение	63
4.2.	Теоретические основы	64
4.3.	Используемое оборудование и материалы	74
4.4.	Необходимые рекомендации при выполнении данной работы	75
4.5.	Основные этапы работы «Фотография в количественном анализе»	75
4.6.	Контрольные вопросы	84
	Рекомендуемая литература	84
5.	Исследовательский проект «Изучение способов фальсификации документов: теория и практика»	86
5.1.	Введение	86
5.2.	Общие сведения о пишущих составах	87
5.3.	Процессы, происходящие с пишущим составом после нанесения на бумагу	89
5.4.	Методы, используемые для анализа красителей и пишущих составов	90
5.5.	Экспериментальная работа	92
5.6.	Контрольное задание и вопросы	104
	Рекомендуемая литература	104
6.	Исследовательский проект «Антиоксиданты — индикаторы качества чая»	106
6.1.	Введение	106
6.2.	Общие подходы к выполнению работ по тонкослойной хроматографии	107
6.3.	Определение катехинов и кофеина в чайных листьях методом ТСХ	116
6.4.	Справочный материал	121
6.5.	Контрольные вопросы	122
	Рекомендуемая литература	123

7.	Исследовательский проект «Сравнительное определение микроэлементов в чайных листьях различных марок методом молекулярной фотометрии после кислотного разложения образцов»	124
7.1.	Введение.....	124
7.2.	Общие подходы к выполнению лабораторных работ	125
7.3.	Техника работы в лаборатории аналитической химии	127
7.4.	Этапы определения микроэлементов в чайных листьях	136
7.5.	Метрологическая обработка экспериментальных данных.....	147
7.6.	Реализация практической части проекта	155
7.7.	Контрольные вопросы.....	157
	Рекомендуемая литература.....	157
8.	Исследовательский проект «Исследование роста пленок диоксида титана различной морфологии на поверхности титана»	158
8.1.	Введение.....	158
8.2.	Работа 1. Исследование роста пленок диоксида титана на титане.....	159
8.3.	Работа 2. Исследование кинетики роста пленок диоксида титана при различных температурах	162
8.4.	Работа 3. Получение пленок диоксида титана на титане методом золь-гель-синтеза	164
8.5.	Контрольные вопросы.....	168
	Рекомендуемая литература.....	169
9.	Исследовательский проект «Металл-органические каркасные структуры — перспективный класс координационных полимеров»	170
9.1.	Введение.....	170
9.2.	Структура и свойства металл-органических каркасных структур.....	171
9.3.	Факторы, влияющие на синтез MOFs	177
9.4.	Методы синтеза MOFs.....	178
9.5.	Экспериментальная часть	182

Оглавление

9.6. Контрольные вопросы и задания	192
Рекомендуемая литература.....	192
10. Исследовательский проект «Изменчивые кристаллы»	193
10.1. Введение	193
10.2. Фазовые переходы в кристаллах.....	193
10.3. Электрические свойства кристаллов	195
10.4. Фазовые переходы в комплексных солях, содержащих катионы аммония	196
10.5. Экспериментальная часть.....	197
10.6. Контрольные вопросы и задания.....	205
Рекомендуемая литература.....	206
11. Исследовательский проект «Теория ЖМКО Пирсона как инструмент оптимизации путей жидкофазного синтеза неорганических материалов»	207
11.1. Введение	207
11.2. Кислотно-основные свойства растворителей и солевых компонентов. Теория ЖМКО	211
11.3. Экспериментальная работа	215
11.4. Контрольные вопросы	220
Рекомендуемая литература.....	220
Справочные данные	221
12. Исследовательский проект «Молекулярное моделирование и современные инструменты обработки данных».....	224
12.1. Введение	224
12.2. Численный эксперимент и обработка его результатов	226
12.3. Контрольные вопросы и задания.....	230
Рекомендуемая литература.....	230
Авторы и исполнители проектов	232