

О. С. Габриелян  
И. Г. Остроумов  
Н. М. Дорофеева

# ПРАКТИКУМ ПО ОБЩЕЙ, НЕОРГАНИЧЕСКОЙ И ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ  
ДИСЦИПЛИНЫ



## ПРЕДИСЛОВИЕ

Химия — экспериментальная наука. Важнейшим средством изучения веществ и их превращений является химический эксперимент. Он может выступать в роли источника познания явлений, основы для выдвижения гипотез и их проверки, единственного средства для формирования практических умений и навыков, развития наблюдательности, любознательности, инициативы, стремления к самостоятельному поиску и совершенствованию знаний. Различают следующие типы химического эксперимента: демонстрационный эксперимент, лабораторные опыты и практические работы.

Демонстрационный эксперимент очень оживляет занятия, делает их наглядными, пробуждает интерес к изучению химии. Демонстрационные опыты выполняет наиболее подготовленный учащийся во время занятия под руководством преподавателя. К демонстрационному эксперименту можно отнести показ коллекций, образцов веществ, химической посуды и, конечно, непосредственное проведение опытов. Демонстрационный эксперимент должен быть наглядным, надежным, безопасным. Такой эксперимент следует предварительно апробировать и отрабатывать, чтобы при его проведении на занятии не произошло сбоя. Необходимо заранее подобрать концентрации и объемы растворов, количества твердых веществ, соответствующую посуду.

Лабораторные опыты проводят учащиеся при изучении нового материала. В ходе этого эксперимента приобретают соответствующие навыки и умения, проверяют истинность теоретических положений на практике. Лабораторные опыты выполняют индивидуально или парами. На проведение одного лабораторного опыта должно затрачиваться не более 3—5 мин. Перед выполнением опыта преподаватель формулирует цель или задание, дает необходимые указания к его выполнению и соблюдению правил техники безопасности. По окончании опыта обсуждают результаты. С целью экономии учебного времени преподаватель, лаборант и дежурный учащийся выставляют необходимые реактивы и оборудование на каждый стол, а также выдают инструкции по проведению лабораторного эксперимента (если ее нет в учебнике). По правилам техники безопасности учащимся для опытов выдают реактивы в количестве (по массе или объему), не превышающем необходимое для данного эксперимента, концентрации растворов не



должны превышать 5 %. Отчет о лабораторном опыте учащиеся составляют в рабочей тетради. Отчет включает: название опыта, уравнение химической реакции, результаты наблюдений. В целях экономии реактивов, обеспечения эргономичности, безопасности, экологичности лабораторного эксперимента мы рекомендуем проводить его не только традиционно (в пробирках), но и современным полумикрометодом, например капельным способом в специальных паллетах. При их отсутствии можно использовать упаковки с ячейками для медицинских таблеток.

Практические работы проводят в конце изучения определенной темы. Их главной целью является закрепление знаний и практических умений учащихся. Практические работы можно разделить на два вида: работы, выполняемые по инструкции, и работы экспериментального характера с элементами исследования. Во втором случае учащиеся проявляют большую самостоятельность: составляют план работы, решают задачи, применяя свои знания и умения. Задание на исследовательскую практическую работу лучше давать заранее, чтобы можно было продумать план работы, обсудить его с преподавателем до начала проведения эксперимента.

Предварительная подготовка к практическим работам состоит в повторении теоретических вопросов. Первые практические работы носят обучающий характер. На этих занятиях отрабатывают общие практические умения и навыки: умение пользоваться лабораторным штативом, нагревательными приборами, собирать простейшие приборы для получения газов и проверять их герметичность; умение проводить нагревание, перемешивание, фильтрацию и т. д.

Особое внимание следует уделять неукоснительному исполнению требований техники безопасности и инструкции по выполнению эксперимента, аккуратному ведению записей в лабораторном журнале, поддержанию чистоты рабочего места.

Предлагаемое пособие содержит рекомендации по проведению демонстрационного эксперимента, лабораторных опытов и практических работ по важнейшим разделам общей, неорганической и органической химии: основные понятия, законы и теории химии, качественный и количественный анализ химических соединений и процессов, химия элементов (неметаллов, металлов) и их основных соединений (оксидов, гидроксидов, водородных соединений, солей и др.), строение и свойства основных классов органических веществ (углеводородов, кислород- и азотсодержащих соединений).

В пособии подробно рассмотрены основные приемы при работе с химической посудой и оборудованием, правила техники безопасности и оказания первой медицинской помощи при ожогах и отравлениях химическими веществами. Дана важнейшая инфор-

мация о правилах хранения химических реактивов, их классификация согласно действующим нормативам.

С учетом многочисленных пожеланий подготовлены рекомендации по проведению эксперимента в домашних условиях и занимательных опытов во время внеаудиторных мероприятий (химических вечеров, предметных химических недель).

В приложении приведены нормативные документы по организации работы в кабинете (лаборатории) химии, рекомендации по приготовлению необходимых реактивов для проведения эксперимента по неорганической и органической химии, справочные данные.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

|                   |   |
|-------------------|---|
| Предисловие ..... | 3 |
|-------------------|---|

## РАЗДЕЛ I. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ РАБОТЫ В КАБИНЕТЕ (ЛАБОРАТОРИИ) ХИМИИ

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Правила техники безопасности .....                                           | 6  |
| 1.1. Требования безопасности при работе в кабинете<br>(лаборатории) химии ..... | 6  |
| 1.2. Оказание первой медицинской помощи .....                                   | 11 |
| 2. Химическое оборудование .....                                                | 13 |
| 2.1. Химическая посуда .....                                                    | 13 |
| 2.2. Нагревательные приборы .....                                               | 19 |
| 2.3. Лабораторное оборудование .....                                            | 21 |
| 3. Некоторые виды работ в химической лаборатории .....                          | 22 |
| 3.1. Нагревание .....                                                           | 22 |
| 3.2. Фильтрование .....                                                         | 23 |
| 3.3. Взвешивание .....                                                          | 24 |
| 3.4. Измельчение и смешивание .....                                             | 25 |
| 3.5. Получение газов .....                                                      | 26 |
| 4. Химические реактивы .....                                                    | 27 |

## РАЗДЕЛ II. ОБЩАЯ ХИМИЯ

### Демонстрационные опыты

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 5. Диффузия в воздухе веществ молекулярного строения ..... | 31 |
| 5.1. Диффузия нафталина .....                              | 31 |
| 5.2. Диффузия ароматических жидкостей .....                | 32 |
| 5.3. Диффузия газообразных веществ .....                   | 32 |
| 6. Диффузия в воде веществ ионного строения .....          | 32 |
| 6.1. Диффузия в воде анионов .....                         | 32 |
| 6.2. Диффузия в воде катионов .....                        | 33 |
| 7. Аллотропия .....                                        | 33 |
| 7.1. Аллотропия фосфора .....                              | 33 |
| 7.2. Аллотропия серы .....                                 | 34 |
| 7.3. Аллотропия кислорода .....                            | 34 |
| 7.4. Аллотропия олова .....                                | 35 |
| 8. Качественный анализ веществ .....                       | 35 |
| 8.1. Качественный анализ воды .....                        | 36 |
| 8.2. Качественный анализ гидроксокарбоната меди(II) .....  | 37 |
| 8.3. Качественный анализ парафина .....                    | 38 |



|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 8.4. Качественный анализ органического вещества, содержащего хлор .....                              | 38 |
| 9. Количественный анализ веществ. Основные законы химии .....                                        | 39 |
| 9.1. Моль — единица измерения количества вещества .....                                              | 39 |
| 9.2. Закон сохранения массы веществ .....                                                            | 40 |
| 9.3. Закон постоянства состава вещества .....                                                        | 42 |
| 10. Понятие «доля» и его использование в химии .....                                                 | 43 |
| 10.1. Массовая доля элемента в сложном веществе .....                                                | 43 |
| 10.2. Объемная доля газа в воздухе .....                                                             | 45 |
| 10.3. Массовая доля вещества в растворе .....                                                        | 46 |
| 10.4. Массовая доля примесей .....                                                                   | 47 |
| 10.5. Массовая доля выхода .....                                                                     | 48 |
| 11. Строение атома .....                                                                             | 49 |
| 11.1. Электризация тел. Взаимодействие наэлектризованных тел .....                                   | 49 |
| 11.2. Притяжение струи воды к наэлектризованной эбонитовой палочке .....                             | 50 |
| 11.3. Определение знака электрического заряда .....                                                  | 51 |
| 11.4. Образование заряженных частиц в газах при повышенной температуре .....                         | 51 |
| 12. Периодический закон Д. И. Менделеева .....                                                       | 52 |
| 12.1. Динамические таблицы для моделирования Периодической системы Д. И. Менделеева .....            | 52 |
| 12.2. Сравнение свойств простых веществ, соответствующих элементам одного периода .....              | 52 |
| 12.3. Сравнение свойств простых веществ, соответствующих элементам одной группы .....                | 53 |
| 13. Свойства веществ с ковалентной неполярной связью .....                                           | 53 |
| 13.1. Отличие свойств атомов химического элемента от свойств его молекул .....                       | 53 |
| 13.2. Электропроводность твердых веществ с ковалентной неполярной связью .....                       | 54 |
| 13.3. Растворимость твердых веществ с ковалентной неполярной связью в различных растворителях .....  | 54 |
| 14. Свойства веществ с ковалентной полярной связью .....                                             | 55 |
| 14.1. Электропроводность твердых веществ с ковалентной полярной связью .....                         | 55 |
| 14.2. Переход ковалентной полярной связи в ионную .....                                              | 56 |
| 15. Свойства веществ с ионной связью .....                                                           | 56 |
| 15.1. Электропроводность расплава вещества с ионной связью .....                                     | 56 |
| 15.2. Отличие свойств ионов от свойств молекул простого вещества .....                               | 57 |
| 16. Свойства веществ с металлической связью .....                                                    | 57 |
| 16.1. Электропроводность металлов .....                                                              | 57 |
| 16.2. Отличие свойств ионов металлов от свойств атом-ионов в составе простого вещества металла ..... | 57 |

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 17. Водородная связь .....                                                        | 58 |
| 18. Дисперсные системы .....                                                      | 58 |
| 18.1. Демонстрация дисперсных систем различных типов .....                        | 58 |
| 18.2. Получение коллоидного раствора хлорида натрия<br>в бензоле .....            | 59 |
| 18.3. Получение коллоидного раствора органического вещества<br>в воде .....       | 60 |
| 18.4. Получение коллоидного раствора серы .....                                   | 60 |
| 18.5. Получение золя гидроксида железа(III) .....                                 | 60 |
| 18.6. Получение геля белка куриного яйца .....                                    | 60 |
| 18.7. Эффект Тиндала .....                                                        | 61 |
| 18.8. Коагуляция .....                                                            | 61 |
| 18.9. Синерезис .....                                                             | 62 |
| 19. Теория электролитической диссоциации .....                                    | 62 |
| 19.1. Растворение гидроксида кальция в присутствии<br>индикатора .....            | 62 |
| 19.2. Различие в окраске гидратированных и негидратированных<br>ионов .....       | 63 |
| 20. Тепловые эффекты при растворении .....                                        | 63 |
| 20.1. Экзотермическое растворение веществ .....                                   | 63 |
| 20.2. Эндотермическое растворение веществ .....                                   | 64 |
| 21. Обнаружение ионов в растворах электролитов .....                              | 64 |
| 21.1. Обнаружение ионов меди в водном растворе хлорида<br>меди(II) .....          | 64 |
| 21.2. Образование ионов водорода при растворении<br>хлороводорода в воде .....    | 65 |
| 22. Свойства растворов электролитов .....                                         | 65 |
| 22.1. Электропроводность растворов электролитов .....                             | 65 |
| 22.2. Движение ионов в электрическом поле .....                                   | 66 |
| 22.3. Сравнение электропроводности сильного и слабого<br>электролитов .....       | 67 |
| 22.4. Зависимость электропроводности слабого электролита<br>от концентрации ..... | 67 |
| 22.5. Зависимость электропроводности слабого электролита<br>от температуры .....  | 68 |
| 23. Кислоты .....                                                                 | 68 |
| 23.1. Классификация кислот .....                                                  | 69 |
| 23.2. Физические свойства кислот .....                                            | 69 |
| 23.3. Химические свойства кислот .....                                            | 70 |
| 24. Основания .....                                                               | 72 |
| 24.1. Классификация оснований .....                                               | 72 |
| 24.2. Физические свойства оснований .....                                         | 72 |
| 24.3. Химические свойства оснований .....                                         | 73 |
| 25. Соли .....                                                                    | 75 |
| 25.1. Классификация солей .....                                                   | 75 |
| 25.2. Физические свойства солей .....                                             | 75 |
| 25.3. Химические свойства солей .....                                             | 76 |
| 26. Оксиды .....                                                                  | 77 |



|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 26.1. Свойства кислотных оксидов .....                                                     | 77 |
| 26.2. Свойства основных оксидов .....                                                      | 78 |
| 27. Гидролиз солей .....                                                                   | 78 |
| 27.1. Понятие рН раствора .....                                                            | 78 |
| 27.2. Зависимость рН раствора от концентрации .....                                        | 79 |
| 27.3. Гидролиз солей неорганических кислот .....                                           | 79 |
| 28. Окислительно-восстановительные реакции .....                                           | 80 |
| 28.1. Понятие об окислительно-восстановительных<br>реакциях .....                          | 80 |
| 28.2. Взаимодействие щелочноземельного металла<br>с водой .....                            | 80 |
| 28.3. Взаимодействие меди с разбавленной азотной<br>кислотой .....                         | 80 |
| 28.4. Окисление оксида азота(II) до оксида азота(IV) .....                                 | 81 |
| 28.5. Влияние рН среды на протекание окислительно-<br>восстановительной реакции .....      | 81 |
| 28.6. Электролиз раствора сульфата меди(II) .....                                          | 82 |
| 28.7. Электролиз раствора иодида калия .....                                               | 83 |
| 28.8. Гальванический элемент Даниэля—Якоби .....                                           | 83 |
| 28.9. Марганцево-цинковый элемент .....                                                    | 84 |
| 28.10. Устройство свинцового аккумулятора .....                                            | 85 |
| 29. Скорость химических реакций .....                                                      | 87 |
| 29.1. Зависимость скорости реакции от природы реагирующих<br>веществ .....                 | 87 |
| 29.2. Зависимость скорости реакции от концентрации<br>реагирующих веществ .....            | 88 |
| 29.3. Зависимость скорости реакции от температуры .....                                    | 89 |
| 29.4. Зависимость скорости реакции от площади соприкосновения<br>реагирующих веществ ..... | 90 |
| 29.5. Зависимость скорости реакции от наличия катализатора .....                           | 91 |
| 30. Обратимость химических реакций. Химическое равновесие .....                            | 92 |
| 30.1. Влияние концентрации веществ на химическое<br>равновесие .....                       | 93 |
| 30.2. Влияние температуры на химическое равновесие .....                                   | 94 |
| 30.3. Влияние давления на химическое равновесие .....                                      | 96 |

### Лабораторные опыты

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 31. Диффузия .....                                                         | 97 |
| 31.1. Диффузия веществ в воде .....                                        | 97 |
| 31.2. Броуновское движение частиц туши .....                               | 97 |
| 32. Качественный анализ веществ .....                                      | 98 |
| 32.1. Построение моделей молекул веществ .....                             | 98 |
| 32.2. Обнаружение хлора в пластмассе из органического<br>полимера .....    | 98 |
| 33. Понятие «доля» и его использование в химии .....                       | 98 |
| 33.1. Определение массовой доли воды в листьях и стеблях<br>растений ..... | 98 |



|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 33.2. Определение массовой доли одного из компонентов в продуктах питания ..... | 99  |
| 34. Периодический закон Д.И.Менделеева .....                                    | 99  |
| 35. Дисперсные системы .....                                                    | 100 |
| 35.1. Получение суспензии мела в воде .....                                     | 100 |
| 35.2. Получение суспензии чистящего порошка .....                               | 100 |
| 35.3. Получение эмульсии растительного масла .....                              | 100 |
| 36. Теория электролитической диссоциации .....                                  | 101 |
| 36.1. Отличие свойств молекул от свойств ионов .....                            | 101 |
| 36.2. Зависимость степени диссоциации электролита от концентрации .....         | 101 |
| 37. Свойства основных классов неорганических веществ .....                      | 102 |
| 37.1. Химические свойства кислот .....                                          | 102 |
| 37.2. Химические свойства оснований .....                                       | 103 |
| 37.3. Химические свойства солей .....                                           | 103 |
| 38. Гидролиз солей .....                                                        | 104 |
| 38.1. Определение pH раствора с помощью индикаторной бумаги .....               | 104 |
| 38.2. Определение pH раствора почвенной вытяжки .....                           | 104 |
| 38.3. Определение pH различных жидкостей .....                                  | 104 |
| 38.4. Природные органические красители в качестве индикаторов .....             | 105 |
| 38.5. Обратимый гидролиз солей .....                                            | 105 |
| 38.6. Необратимый гидролиз солей .....                                          | 106 |
| 39. Окислительно-восстановительные реакции .....                                | 106 |
| 39.1. Взаимодействие алюминия с соляной кислотой .....                          | 106 |
| 39.2. Взаимодействие иодида калия с хлорной водой .....                         | 106 |
| 39.3. Электролиз .....                                                          | 107 |
| 40. Скорость химических реакций .....                                           | 107 |
| 40.1. Зависимость скорости реакции от природы реагирующих веществ .....         | 107 |
| 40.2. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ .....    | 107 |
| 40.3. Зависимость скорости реакции от температуры .....                         | 108 |
| 40.4. Зависимость скорости реакции от наличия катализатора .....                | 108 |
| 40.5. Зависимость скорости реакции от наличия ингибитора .....                  | 108 |

### Практические работы

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Правила техники безопасности. Основные приемы работы в химической лаборатории ..... | 109 |
| Приготовление растворов с заданной массовой долей растворенного вещества .....      | 109 |
| Разделение смесей .....                                                             | 110 |
| Анализ воды .....                                                                   | 111 |
| Анализ почвы .....                                                                  | 112 |
| Выращивание кристаллов .....                                                        | 113 |
| Решение экспериментальных задач .....                                               | 114 |

## РАЗДЕЛ III. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

### Демонстрационные опыты

|                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 41. Водород .....                                                                           | 116 |
| 41.1. Получение, распознавание водорода, проверка<br>на чистоту .....                       | 116 |
| 41.2. Взрыв гремучего газа .....                                                            | 117 |
| 41.3. Получение «медного зеркала» .....                                                     | 118 |
| 41.4. Мыльные пузыри с водородом .....                                                      | 118 |
| 42. Вода .....                                                                              | 118 |
| 42.1. Взаимодействие воды с металлами .....                                                 | 119 |
| 42.2. Гашение извести водой .....                                                           | 120 |
| 42.3. Взаимодействие воды с карбидом кальция .....                                          | 120 |
| 43. Физические свойства неметаллов .....                                                    | 120 |
| 43.1. Демонстрация коллекции неметаллов .....                                               | 120 |
| 43.2. Возгонка иода .....                                                                   | 121 |
| 43.3. Различная растворимость иода в воде и органических<br>растворителях .....             | 122 |
| 43.4. Флотация порошка серы .....                                                           | 122 |
| 43.5. Кристаллические решетки алмаза, графита, фуллерена .....                              | 123 |
| 43.6. Демонстрация коллекции галогенов .....                                                | 123 |
| 44. Окислительные свойства неметаллов .....                                                 | 124 |
| 44.1. Взаимодействие иода с алюминием .....                                                 | 124 |
| 44.2. Взаимодействие иода с натрием .....                                                   | 124 |
| 44.3. Взаимодействие хлора с сурьмой .....                                                  | 124 |
| 44.4. Взаимодействие серы с натрием .....                                                   | 125 |
| 45. Восстановительные свойства неметаллов .....                                             | 125 |
| 45.1. Горение черного пороха .....                                                          | 125 |
| 45.2. Взаимодействие бертолетовой соли с серой .....                                        | 126 |
| 46. Ряд активности галогенов .....                                                          | 126 |
| 47. Водородные соединения неметаллов .....                                                  | 127 |
| 47.1. Получение и свойства соляной кислоты .....                                            | 127 |
| 47.2. Получение и свойства аммиака .....                                                    | 129 |
| 48. Оксиды неметаллов .....                                                                 | 131 |
| 48.1. Получение кислорода .....                                                             | 131 |
| 48.2. Горение серы в кислороде .....                                                        | 132 |
| 48.3. Горение фосфора в кислороде .....                                                     | 133 |
| 48.4. Горение углерода в кислороде .....                                                    | 133 |
| 48.5. Получение и свойства углекислого газа .....                                           | 134 |
| 48.6. Демонстрация коллекции минералов и горных пород<br>на основе оксида кремния(IV) ..... | 135 |
| 48.7. Демонстрация изделий и материалов силикатной<br>промышленности .....                  | 136 |
| 49. Гидроксиды неметаллов .....                                                             | 137 |
| 49.1. Свойства концентрированной серной кислоты .....                                       | 137 |
| 49.2. Свойства азотной кислоты .....                                                        | 139 |
| 49.3. Свойства фосфорной кислоты .....                                                      | 140 |
| 50. Соли кислородсодержащих кислот .....                                                    | 141 |



|                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 50.1. Демонстрация образцов солей кислородсодержащих кислот .....                      | 141 |
| 50.2. Демонстрация образцов минералов, включающих соли кислородсодержащих кислот ..... | 141 |
| 50.3. Термическое разложение солей .....                                               | 142 |
| 50.4. Определение качественного состава солей .....                                    | 143 |
| 51. Физические свойства металлов .....                                                 | 144 |
| 51.1. Агрегатное состояние металлов .....                                              | 144 |
| 51.2. Цвет и блеск металлов .....                                                      | 145 |
| 51.3. Плотность металлов .....                                                         | 145 |
| 51.4. Твердость металлов .....                                                         | 145 |
| 51.5. Звон металлов .....                                                              | 146 |
| 51.6. Пластичность металлов .....                                                      | 146 |
| 51.7. Прочность металлов на изгиб .....                                                | 146 |
| 51.8. Теплопроводность металлов .....                                                  | 147 |
| 51.9. Магнитные свойства металлов .....                                                | 147 |
| 51.10. Электропроводность металлов .....                                               | 147 |
| 52. Химические свойства металлов .....                                                 | 148 |
| 52.1. Взаимодействие металлов с неметаллами .....                                      | 148 |
| 52.2. Аллюминотермия .....                                                             | 149 |
| 52.3. Взаимодействие металлов с растворами электролитов .....                          | 150 |
| 53. Свойства железа, его сплавов и соединений .....                                    | 151 |
| 53.1. Закалка и отпуск стали .....                                                     | 151 |
| 53.2. Отношение железа к концентрированной и разбавленной азотной кислоте .....        | 151 |
| 53.3. Свойства солей железа .....                                                      | 152 |
| 54. Коррозия металлов .....                                                            | 153 |
| 54.1. Роль кислорода в процессе коррозии железа .....                                  | 153 |
| 54.2. Коррозия железа в различных электролитах .....                                   | 154 |
| 54.3. Коррозия других металлов .....                                                   | 155 |

### Лабораторные опыты

|                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| 55. Водород .....                                                   | 157 |
| 55.1. Получение водорода взаимодействием металлов с кислотами ..... | 157 |
| 55.2. Распознавание водорода. Проверка водорода на чистоту .....    | 157 |
| 56. Вода .....                                                      | 158 |
| 56.1. Взаимодействие воды с оксидом кальция .....                   | 158 |
| 56.2. Получение жесткой воды и ее умягчение .....                   | 158 |
| 57. Неметаллы .....                                                 | 159 |
| 57.1. Получение и распознавание кислорода .....                     | 159 |
| 57.2. Свойства соляной кислоты .....                                | 159 |
| 57.3. Получение и распознавание аммиака .....                       | 160 |
| 57.4. Получение и распознавание углекислого газа .....              | 161 |
| 57.5. Качественные реакции на анионы кислотных остатков .....       | 161 |
| 58. Металлы .....                                                   | 161 |

|                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 58.1. Ознакомление со структурой серого и белого чугуна .....                        | 161 |
| 58.2. Получение гидроксида алюминия и доказательство<br>его амфотерных свойств ..... | 162 |
| 58.3. Распознавание железных руд .....                                               | 162 |
| 58.4. Качественные реакции на катионы металлов .....                                 | 162 |

### Практические работы

|                                                            |     |
|------------------------------------------------------------|-----|
| Получение газов .....                                      | 164 |
| Идентификация неорганических соединений .....              | 164 |
| Свойства неорганических соединений различных классов ..... | 165 |
| Свойства соединений металлов .....                         | 165 |
| Свойства соединений неметаллов .....                       | 166 |

## РАЗДЕЛ IV. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

### Демонстрационные опыты

|                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 59. Основные понятия органической химии .....                                           | 167 |
| 59.1. Демонстрация коллекции органических веществ,<br>материалов и изделий из них ..... | 167 |
| 59.2. Модели молекул. Изомерия .....                                                    | 168 |
| 60. Алканы .....                                                                        | 169 |
| 60.1. Получение и свойства метана .....                                                 | 169 |
| 60.2. Горение парафина .....                                                            | 169 |
| 60.3. Горение парафина без пламени .....                                                | 170 |
| 60.4. Взрыв смеси метана с воздухом .....                                               | 170 |
| 61. Алкены .....                                                                        | 170 |
| 61.1. Получение этилена деполимеризацией полиэтилена .....                              | 170 |
| 61.2. Получение этилена дегидратацией этанола .....                                     | 171 |
| 61.3. Крекинг керосина .....                                                            | 172 |
| 61.4. Биологические свойства этилена .....                                              | 173 |
| 62. Алкадиены .....                                                                     | 173 |
| 62.1. Демонстрация коллекции каучуков и резины .....                                    | 173 |
| 62.2. Отношение каучука и резины к растворителям .....                                  | 174 |
| 62.3. Разложение каучука .....                                                          | 174 |
| 62.4. Свойства каучука .....                                                            | 175 |
| 63. Алкины .....                                                                        | 176 |
| 63.1. Получение и свойства ацетилена .....                                              | 176 |
| 63.2. Получение ацетиленида серебра .....                                               | 176 |
| 64. Природные источники углеводородов .....                                             | 177 |
| 64.1. Демонстрация коллекций природных источников<br>углеводородов .....                | 177 |
| 64.2. Горение нефти и природного газа .....                                             | 178 |
| 64.3. Физические свойства нефти .....                                                   | 178 |
| 64.4. Растворение парафина в бензине .....                                              | 179 |
| 64.5. Отношение натрия к керосину и воде .....                                          | 179 |
| 65. Спирты .....                                                                        | 180 |
| 65.1. Растворимость спиртов в воде .....                                                | 180 |



|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| 65.2. Летучесть спиртов .....                                             | 180 |
| 65.3. Спирты как органические растворители .....                          | 180 |
| 65.4. Физические свойства глицерина .....                                 | 181 |
| 65.5. Горение спиртов .....                                               | 182 |
| 65.6. Окисление спиртов .....                                             | 182 |
| 65.7. Взаимодействие спиртов с натрием .....                              | 183 |
| 65.8. Качественная реакция на многоатомные спирты .....                   | 184 |
| 66. Фенолы .....                                                          | 184 |
| 66.1. Растворимость фенола в воде и его взаимодействие<br>с щелочью ..... | 184 |
| 66.2. Взаимодействие фенола с натрием .....                               | 185 |
| 66.3. Взаимодействие фенола с бромной водой .....                         | 185 |
| 66.4. Взаимодействие фенола с хлоридом железа(III) .....                  | 186 |
| 67. Альдегиды и кетоны .....                                              | 186 |
| 67.1. Получение альдегидов и кетонов .....                                | 186 |
| 67.2. Качественные реакции на альдегиды и кетоны .....                    | 187 |
| 68. Карбоновые кислоты и их производные .....                             | 188 |
| 68.1. Демонстрация коллекции карбоновых кислот .....                      | 188 |
| 68.2. Возгонка бензойной кислоты .....                                    | 189 |
| 68.3. Получение уксусной кислоты .....                                    | 189 |
| 68.4. Получение муравьиной кислоты .....                                  | 189 |
| 68.5. Получение стеариновой кислоты .....                                 | 190 |
| 68.6. Кислотные свойства уксусной кислоты .....                           | 190 |
| 68.7. Реакция «серебряного зеркала» муравьиной кислоты .....              | 191 |
| 68.8. Разложение муравьиной кислоты .....                                 | 192 |
| 68.9. Взаимодействие стеариновой и олеиновой кислот<br>с щелочью .....    | 192 |
| 68.10. Доказательство непредельного характера олеиновой<br>кислоты .....  | 193 |
| 69. Сложные эфиры и жиры .....                                            | 193 |
| 69.1. Получение изоамилацетата .....                                      | 193 |
| 69.2. Растворимость жиров в различных растворителях .....                 | 194 |
| 69.3. Доказательство непредельного характера жидких<br>жиров .....        | 194 |
| 69.4. Высыхающие и невысыхающие масла .....                               | 194 |
| 70. Углеводы .....                                                        | 195 |
| 70.1. Качественные реакции на восстанавливающие<br>углеводы .....         | 195 |
| 70.2. Взаимодействие сахарозы с гидроксидами<br>металлов .....            | 196 |
| 70.3. Качественная реакция на крахмал .....                               | 196 |
| 70.4. Воспламенение целлюлозы .....                                       | 196 |
| 71. Амины .....                                                           | 197 |
| 71.1. Получение этиламина .....                                           | 197 |
| 71.2. Свойства анилина .....                                              | 197 |
| 72. Аминокислоты и белки .....                                            | 198 |
| 72.1. Свойства аминокислот .....                                          | 199 |
| 72.2. Свойства белков .....                                               | 199 |

## Лабораторные опыты

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| 73. Основные понятия органической химии .....                      | 200 |
| 73.1. Пространственное строение молекулы метана .....              | 200 |
| 73.2. Изомерия .....                                               | 200 |
| 73.3. Определение элементного состава органического вещества ..... | 200 |
| 74. Свойства органических соединений .....                         | 200 |
| 74.1. Получение и свойства ацетилена .....                         | 200 |
| 74.2. Свойства этилового спирта .....                              | 201 |
| 74.3. Свойства глицерина .....                                     | 201 |
| 74.4. Свойства формальдегида .....                                 | 202 |
| 74.5. Свойства уксусной кислоты .....                              | 202 |
| 74.6. Свойства жиров .....                                         | 202 |
| 74.7. Свойства глюкозы .....                                       | 203 |
| 74.8. Свойства сахарозы .....                                      | 203 |
| 74.9. Свойства крахмала .....                                      | 204 |
| 74.10. Свойства белков .....                                       | 204 |

## Практические работы

|                                             |     |
|---------------------------------------------|-----|
| Получение и свойства этилена .....          | 205 |
| Идентификация органических соединений ..... | 206 |
| Свойства пластмасс .....                    | 206 |
| Свойства волокон .....                      | 206 |

## РАЗДЕЛ V. ЭКСПЕРИМЕНТ ДЛЯ ВНЕАУДИТОРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| 75. Опыты в домашних условиях .....           | 209 |
| 75.1. Малахит из раствора .....               | 209 |
| 75.2. «Газировка из молока» .....             | 209 |
| 75.3. Лимонад? Пожалуйста! .....              | 209 |
| 75.4. Химические водоросли .....              | 210 |
| 75.5. Красим без красок .....                 | 210 |
| 75.6. Несгораемый платочек .....              | 210 |
| 75.7. Золотая проволока, красный нож .....    | 211 |
| 75.8. Одеваем чертиков .....                  | 211 |
| 75.9. Проверяем закон сохранения масс .....   | 211 |
| 75.10. Нагреваем правильно .....              | 212 |
| 75.11. Получаем кислород .....                | 212 |
| 75.12. Стреляющая бутылка .....               | 213 |
| 75.13. Огнетушитель .....                     | 213 |
| 75.14. Ныряющее яйцо .....                    | 214 |
| 75.15. Малиновый фонтан .....                 | 214 |
| 75.16. Получение медно-аммиачного шелка ..... | 215 |
| 75.17. Получение «фараоновых змей» .....      | 215 |
| 75.18. Две задачи на одну тему .....          | 216 |
| 75.19. Нет ли воды в бензине? .....           | 216 |
| 75.20. «Бриллиантовые» украшения .....        | 217 |



|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 76. Занимательные опыты для химических вечеров и предметных<br>недель ..... | 217 |
| 76.1. Морозные узоры летом .....                                            | 217 |
| 76.2. Секретные чернила .....                                               | 218 |
| 76.3. «Золотой» песок и «золотые» чешуйки .....                             | 219 |
| 76.4. Краска одна, цвет рисунков разный .....                               | 219 |
| 76.5. Силикатный студень .....                                              | 219 |
| 76.6. Химический вакуум .....                                               | 220 |
| 76.7. «Фруктовые соки» без фруктов .....                                    | 220 |
| 76.8. Дым без огня .....                                                    | 220 |
| 76.9. Искры в растворе .....                                                | 220 |
| 76.10. Исчезновение горючего .....                                          | 221 |
| 76.11. Облако дыма из колбы .....                                           | 221 |
| 76.12. Елочка в снегу .....                                                 | 221 |
| 76.13. Черно-зеленые змеи .....                                             | 222 |
| 76.14. Цветное пламя свечи .....                                            | 222 |
| Приложения .....                                                            | 224 |
| Список литературы .....                                                     | 243 |