

ШКОЛЬНАЯ ПРОГРАММА

И. И. Борушко

ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

11 класс

(повышенный уровень)

Тетрадь для практических работ

Пособие для учащихся учреждений общего среднего образования
с русским языком обучения

4-е издание

*Рекомендовано Научно-методическим учреждением
«Национальный институт образования»
Министерства образования Республики Беларусь*

Минск



«Сэр-Вит»

2023

*Теория, мой друг, суха,
но зеленеет жизни древо...*
И. Гёте «Фауст»

От автора

Уважаемые одиннадцатиклассники!

В этом году вы продолжите изучение химии. Успешному усвоению теоретических основ общей химии и химии элементов, пониманию закономерностей химических реакций и особенностей свойств вещества способствует химический эксперимент.

Данное пособие поможет вам рационально спланировать и провести лабораторные опыты, выполнить практические работы. Пособие состоит из двух частей: тетради для практических работ и приложения.

Аккуратно разогните скрепки, выньте приложение и вложите ее в рабочую тетрадь по химии. В приложении вы будете записывать результаты эксперимента, проводимого при изучении нового материала, выполнять задания для закрепления полученных знаний.

Тетрадь для практических работ сдайте учителю. Она будет храниться в школе. В этой тетради вы будете составлять отчет о каждой выполненной практической работе.

Обратите внимание на сокращения:

РИО – реакция ионного обмена. Задание по РИО предполагает запись уравнения в трех формах: молекулярной, полной ионной и сокращенной ионной;

ОВР – окислительно-восстановительная реакция. При выполнении задания нужно расставить коэффициенты методом электронного баланса, указать окислитель и восстановитель.

Успехов вам в изучении химии!



Общие правила безопасного поведения в химическом кабинете

1. Перед проведением каждого опыта необходимо ознакомиться с его описанием.

2. Для опыта нужно всегда брать реактива столько, сколько указано учителем или в описании работы.



Наливайте или насыпайте реактивы только над столом. Работать с веществами нужно аккуратно, чтобы они не попадали на одежду, лицо и руки.



3. Если кислота или щелочь все же попали на кожу, нужно немедленно смыть их большим количеством проточной воды.

О произошедшем необходимо сразу же сообщить учителю или лаборанту.



4. При нагревании жидкости в пробирке ее нужно держать отверстием от себя и других работающих.

5. Собирайте остатки веществ в специально предназначенную для этого посуду.

6. Запрещается:



– брать вещества руками;



– оставлять неубранными просыпанные и пролитые реактивы;



– выливать и высыпать остатки реактивов назад в сосуды, из которых их набирали;



– выливать отработанные реактивы в раковину;



– оставлять открытыми склянки с веществами.

7. По окончании эксперимента нужно:



– убрать рабочее место в соответствии с указаниями учителя;

– тщательно вымыть руки.

Практическая работа 1

____.____.20____

Химические реакции

Цель: выполнить эксперимент согласно заданиям, дать полную характеристику проведенных реакций.

Реактивы:

Простые вещества	Соли (растворы)	Индикаторы (растворы)
Цинк Zn Железо Fe Медь Cu (провода) Уголь C _____	Сульфат калия K_2SO_4 Сульфат натрия Na_2SO_4 Сульфат меди(II) $CuSO_4$ Карбонат калия K_2CO_3 Карбонат натрия Na_2CO_3 Хлорид меди(II) $CuCl_2$ Хлорид калия KCl	Фенолфталеин _____ _____ _____

Оборудование: пробирки в штативе, стакан, спиртовка, спички, держатель для пробирок, щипцы или металлический пинцет.

Вариант _____

Задания _____

Проведите предложенные в заданиях реакции.

Задание	Выполнение опыта	Наблюдения	Уравнения окисления
1. Проведите эксперимент. а) Раскалите в пламени спиртовки уголек (воспользуйтесь щипцами или металлическим пинцетом). Положите тлеющий уголек в пустой стакан. Отметьте признаки реакции. Составьте уравнение реакции. Дайте характеристику реакции.	1. _____ 	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____

Внимание! Соблюдайте правила безопасного поведения.

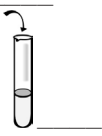
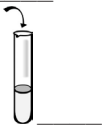
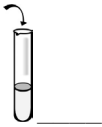
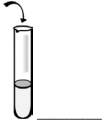


Кислоты (растворы)	Щелочи (растворы)
Серная кислота H_2SO_4 Соляная кислота HCl 	Гидроксид натрия $NaOH$ Гидроксид кальция (известковая вода) $Ca(OH)_2$

Охарактеризуйте проведенные реакции по:

- 1) соотношению числа и состава исходных веществ и продуктов;
- 2) изменению степени окисления атомов;
- 3) выделению или поглощению тепловой энергии;
- 4) направлению протекания реакции;
- 5) участию катализатора;
- 6) наличию границы раздела фаз в реакционной системе.

реакций (агрегатное состояние веществ, степени атомов, тепловой эффект реакции и др.)	Вывод: (характеристика реакции)
$C^0_{(тв.)} + \dots = \dots$ 	Проведенная реакция имеет следующие характеристики: 1) _____ 2) _____ 3) _____ 4) _____ 5) _____ 6) _____

Задание	Выполнение опыта	Наблюдения	Уравнения окисления
б) Прокалите в пламени спиртовки зачищенную медную проволоку. Отметьте изменения.		_____ _____ _____	_____ _____ _____
2. Проведите реакцию (одну) между имеющимся у вас металлом и: а) солью меди(II) _____; б) бескислородной кислотой _____; в) кислородсодержащей кислотой _____; г) _____		_____ _____ _____	ОВР: _____ _____ _____ Ионное _____ _____ _____
3. Проведите реакцию нейтрализации (к раствору щелочи предварительно добавьте индикатор).  кислота раствор щелочи и индикатор		_____ _____ _____	РИО: _____ _____ _____
4. Проведите любые две реакции между выданными вам веществами и охарактеризуйте их на основе известных вам признаков классификации.		_____ _____ _____	_____ _____ _____
		_____ _____ _____	_____ _____ _____

5. Рассчитайте и сравните питательную ценность выданных удобрений:

- а) кальциевая селитра, сульфат аммония;
- б) хлорид калия, поташ;
- в) аммиачная селитра и хлорид калия;
- г) поташ и хлорид аммония

Дано:	<i>Решение:</i>

_____ . _____ .20 _____

Цель: определить опытным путем каждое из выданных минеральных удобрений.

Кислоты	Индикаторы	Щелочи
Соляная кислота HCl Серная кислота H ₂ SO ₄	Универсальная индикатор- ная бумага Фенолфталеиновая бумага	Гидроксид натрия NaOH

24

реакций (в молекулярной и ионной названия продукты реакции)	Вывод:



Внимание! Соблюдайте правила безопасного поведения.



Соли	Удобрения
Нитрат серебра(I) AgNO_3 Хлорид бария BaCl_2	Выдаются в пронумерованных пакетиках и пронумерованных пробирках согласно заданиям

Вариант _____

Задания _____

Перед началом исследования ознакомьтесь со справочной таблицей 1 (стр. 30).

СОДЕРЖАНИЕ

От автора	3
Общие правила безопасного поведения в химическом кабинете	4
Практическая работа 1. <i>Химические реакции</i>	6
Практическая работа 2. <i>Изучение свойств кислот, оснований и солей в свете теории электролитической диссоциации</i>	10
Практическая работа 3. <i>Решение экспериментальных задач по теме «Химия растворов»</i>	15
Практическая работа 4. <i>Решение экспериментальных задач по теме «Неметаллы»</i>	20
Практическая работа 5. <i>Распознавание минеральных удобрений</i>	24
Практическая работа 6. <i>Решение экспериментальных задач по теме «Металлы»</i>	31
Практическая работа 7. <i>Решение экспериментальных задач по теме «Получение и свойства неорганических соединений»</i>	36

ПРИЛОЖЕНИЕ
11 класс
(повышенный уровень)

Лабораторные опыты

Общие правила безопасного поведения в химическом кабинете

1. Перед проведением каждого опыта необходимо ознакомиться с его описанием.

2. Для опыта нужно всегда брать реактива столько, сколько указано учителем или в описании работы.

Наливайте или насыпайте реактивы только над столом. Работать с веществами нужно аккуратно, чтобы они не попадали на одежду, лицо и руки.

3. Если кислота или щелочь все же попали на кожу, нужно немедленно смыть их большим количеством проточной воды.

О произошедшем необходимо сразу же сообщить учителю или лаборанту.

4. При нагревании жидкости в пробирке ее нужно держать отверстием от себя и других работающих.

5. Собирайте остатки веществ в специально предназначенную для этого посуду.

6. Запрещается:

- брать вещества руками;
- оставлять неубранными просыпанные и пролитые реактивы;
- выливать и высыпать остатки реактивов назад в сосуды, из которых их набирали;
- выливать отработанные реактивы в раковину;
- оставлять открытыми склянки с веществами.

7. По окончании эксперимента нужно:

- убрать рабочее место в соответствии с указаниями учителя;
- тщательно вымыть руки.

Лабораторный опыт 1

Составление моделей молекул органических и неорганических соединений

Цель: закрепить знания о пространственном строении вещества и особенностях ковалентной связи.

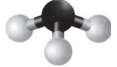
Оборудование: шаростержневые модели атомов:

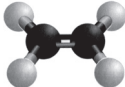
белые шарики (13 шт.) – водород; красные (3 шт.) – кислород; синие (2 шт.) – азот; зеленые (1 шт.) – хлор; серые (1 шт.) – иод; черные (15 шт.) – углерод.

Стержни различной длины.

На основе электронных и структурных формул молекул, а также сведений о пространственном строении молекул изготовьте модели молекул аммиака, воды, хлороводорода, иодоводорода, кислорода, азота, метана, этена, этина.

Оформите результаты работы в таблице по предложенному образцу (на примере метана):

Название и молекулярная формула вещества	Электронная формула	Структурная формула	Модель молекул	Особенности строения и химических связей
Метан CH_4	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \text{H} : \ddot{\text{C}} : \text{H} \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$		Связи ковалентные полярные; 4 одинарные σ -связи; угол 109° ; форма тетраэдрическая
Аммиак _____				_____ _____ _____
Вода _____				_____ _____ _____

Хлороводород _____				_____ _____ _____
Иодоводород _____				_____ _____ _____
Кислород _____				_____ _____ _____
Этен _____				_____ _____ _____
Азот _____				_____ _____ _____
Этин _____				_____ _____ _____

Вывод:

Ковалентная связь существует в молекулах простых (_____)
 формулы и _____ (_____)
 (формулы)
 веществ.

Связи между атомами могут быть одинарные, _____

и _____. В молекулах между атомами с одинаковой электроотрицательностью образуется ковалентная _____ связь, между атомами с разной электроотрицательностью – _____ связь. Ковалентная связь характеризуется направленностью, которая определяет _____ строение молекул.

Задание

Кислород и сера находятся в одной группе химических элементов периодической системы. Исходя из этого, предложите модель пространственного строения молекулы сероводорода H_2S .

Сравните длины связей в молекуле воды и сероводорода.

_____, так как

Укажите, какая из этих молекул имеет более прочные связи.

Лабораторный опыт 2

Исследование влияния температуры и концентрации кислоты на скорость взаимодействия цинка (железа) и соляной кислоты

Цель: исследовать влияние температуры и концентрации кислоты на скорость взаимодействия цинка (железа) и соляной кислоты.

Реактивы:

Металлы	Кислоты (растворы)
Железо Fe Цинк Zn	Соляная кислота HCl (1 моль/дм ³) Соляная кислота HCl (0,5 моль/дм ³)

Оборудование: пробирки, спиртовка, спички, держатель для пробирок.

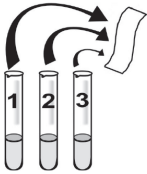
Лабораторный опыт 6

Испытание индикатором растворов водородных соединений неметаллов

Цель: с помощью универсального индикатора выяснить, в какой из выданных пробирок находится каждое из предложенных водородных соединений неметаллов – аммиак, хлороводород, дистиллированная вода.

Реактивы и оборудование: универсальный индикатор; три пронумерованные пробирки с растворами хлороводорода и аммиака, а также дистиллированной водой; стеклянные палочки или пипетки Пастера.

В трех пронумерованных пробирках находятся дистиллированная вода, раствор хлороводорода, раствор аммиака. С помощью универсального индикатора установите содержимое каждой из пробирок.

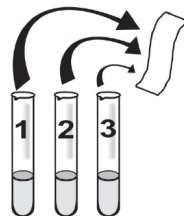
Выполнение опыта	Наблюдения (значение pH)	Вещество и уравнение его диссоциации
С помощью пипеток или стеклянных палочек (отдельная для каждого раствора!) нанесите по капле раствора из каждой пробирки на бумажную полоску универсального индикатора. Окраску сравните со специальной шкалой pH. Результаты исследований запишите в таблицу. 	Пробирка 1 pH = _____	_____ _____ _____ _____
	Пробирка 2 pH = _____	_____ _____ _____ _____
	Пробирка 3 pH = _____	_____ _____ _____ _____

Вывод:

Задание

Имеются три пронумерованные пробирки, в которых находятся дистиллированная вода и растворы уксусной кислоты и гидроксида калия. Из каждой пробирки по капле раствора нанесли на полоску индикаторной бумаги и сравнили со специальной шкалой pH.

Укажите содержимое каждой из пробирок, если результаты эксперимента были следующими:



№ пробирки	Значение pH	Вывод:
1	$\text{pH} \approx 3$	В пробирке 1 находится _____ , так как _____ _____
2	$\text{pH} = 7$	В пробирке 2 находится _____ , так как _____ _____
3	$\text{pH} = 12$	В пробирке 3 находится _____ , так как _____ _____

Качественные реакции на катионы и анионы

Ионы	Реактив	Условия проведения	Признак реакции
КАТИОНЫ			
H^+	лакмус	в растворе	красный раствор
	метилоранж	в растворе	красный раствор
	универсальная индикаторная бумага	нанесение раствора на индикаторную бумагу	изменение окраски от желтой до красной
NH_4^+	NaOH $Ca(OH)_2$	в растворе (при нагревании) твердые вещества (при нагревании)	влажная фенолфталеиновая бумага, поднесенная к отверстию пробирки, становится малиновой
Ca^{2+}	H_2SO_4 или Na_2SO_4	в растворе	белый осадок
Fe^{2+}	NaOH	в растворе	белый (зеленый) осадок
Fe^{3+}	NaOH	в растворе	бурый осадок
Na^+		в пламени спиртовки	желтая окраска пламени
АНИОНЫ			
OH^-	лакмус	в растворе	синий раствор
	метилоранж	в растворе	желтый раствор
	фенолфталеин	в растворе	малиновый раствор
	универсальная индикаторная бумага	нанесение раствора на индикаторную бумагу	изменение окраски от желтой до синей
Cl^-	$AgNO_3$	в растворе	белый творожистый осадок

Ионы	Реактив	Условия проведения	Признак реакции
Br^-	AgNO_3	в растворе	светло-желтый осадок
I^-	AgNO_3	в растворе	желтый осадок
F^-	CaCl_2	в растворе	белый осадок
SO_4^{2-}	BaCl_2 или $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	в растворе	белый осадок
CO_3^{2-}	HCl или другая кислота	в растворе или с твердой солью	газ
SiO_3^{2-}	HCl или другая кислота	в растворе	студенистый белый осадок
PO_4^{3-}	AgNO_3	в растворе (щелочная среда)	желтый осадок, растворимый в HNO_3

САМОПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Памятка по подготовке к практической работе

1. Внимательно прочитайте название работы. Четко определите ее цели. Ознакомьтесь с содержанием работы.
2. Повторите по учебнику, конспекту соответствующий учебный материал.
3. Выполните задания, приведенные в приложении к данной работе.
4. Подготовьте примерный вариант отчета по плану:

Этапы работы	Выполнение опытов	Что должно наблюдаться	Уравнения реакций, поясняющие наблюдаемые явления	Вывод:, объяснение, ответ на вопрос, поставленный в тексте работы
1	2	3	4	5

Практическая работа 1. Химические реакции

1. Повторите учебный материал по теме «Химические реакции».
2. Заполните таблицу «Классификация химических реакций»:

Признак классификации	Тип реакции
1. Соотношение числа и состава исходных веществ и продуктов реакции	1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____
2. Изменение степени окисления атомов реагирующих веществ	1. _____ 2. _____
3. Выделение или поглощение тепловой энергии	1. _____ 2. _____

Признак классификации	Тип реакции
4. Направление протекания реакции	1. _____ 2. _____
5. Участие катализатора	1. _____ 2. _____
6. Наличие границы раздела фаз	1. _____ 2. _____

3. Укажите агрегатное состояние следующих веществ (при комнатной температуре):

H_2O _____

Cu _____

CO_2 _____

C _____

$CaCO_3$ _____

малахит $(CuOH)_2CO_3$ _____

Zn _____

H_2SO_4 _____

4. Определите степени окисления атомов в следующих веществах:

HCl , H_2SO_4 , Zn , $ZnSO_4$, $ZnCl_2$, CO_2 , $(CuOH)_2CO_3$, H_2O ,

CuO , Na_2SO_4 , $CuSO_4$, Na_2CO_3 .

5. В уравнении реакции

+1 +6 -2



укажите агрегатное состояние веществ, степени окисления атомов и дайте полную характеристику реакции по всем признакам классификации.

1. _____

4. _____

2. _____

5. _____

3. _____

6. _____

Практическая работа 5. Распознавание минеральных удобрений

1. Повторите учебный материал по темам «Минеральные удобрения», «Гидролиз солей».
2. Запишите химические формулы удобрений:

Название удобрения	Химическая формула
Суперфосфат двойной	
Поташ	
Сульфат аммония	
Аммиачная селитра	
Калийная селитра	
Хлорид калия	
Мочевина	
Преципитат	
Фосфоритная мука	
Хлорид аммония	

Укажите названия малорастворимых удобрений.

СОДЕРЖАНИЕ

Общие правила безопасного поведения в химическом кабинете	1
Лабораторный опыт 1. Составление моделей молекул неорганических и органических соединений.	2
Лабораторный опыт 2. Исследование влияния температуры и концентрации кислоты на скорость взаимодействия цинка (железа) и соляной кислоты	4
Лабораторный опыт 3. Определение кислотного или основного характера раствора с помощью индикаторов	6
Лабораторный опыт 4. Реакции ионного обмена	7
Лабораторный опыт 5. Гидролиз солей (определение pH растворов солей)	10
Лабораторный опыт 6. Испытание индикатором растворов водородных соединений неметаллов	12
Лабораторный опыт 7. Исследование химических свойств разбавленного раствора серной кислоты	14
Лабораторный опыт 8. Обнаружение ионов аммония в растворе	17
Лабораторный опыт 9. Обнаружение фосфат-ионов в растворе	19
Лабораторный опыт 10. Взаимодействие металлов с растворами кислот	21
Лабораторный опыт 11. Обнаружение ионов кальция в растворе	23
Лабораторный опыт 12. Амфотерные свойства гидроксидов алюминия и цинка	25
Лабораторный опыт 13. Обнаружение ионов железа(II) и железа(III) в растворах	28
Качественные реакции на катионы и анионы	31
Самоподготовка к практическим работам	33