



ЕГЭ-2019. Химия. Избранные вопросы: свойства неорганических веществ и их взаимосвязь.

М.А.Ахметов, доктор педагогических наук, кандидат химических наук,
профессор кафедры методики естественнонаучного образования и
информационных технологий ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н.Ульянова»,
один из авторов УМК по химии

Москва
24 января 2019

Задание 8

8 Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТЫ
А) S	1) AgNO_3 , Na_3PO_4 , Cl_2
Б) SO_3	2) BaO , H_2O , KOH
В) Zn(OH)_2	3) H_2 , Cl_2 , O_2
Г) ZnBr_2 (p-p)	4) HBr , LiOH , CH_3COOH (p-p)
	5) H_3PO_4 (p-p), BaCl_2 , CuO

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Задание 9

9

Установите соответствие между исходными веществами, вступающими в реакцию, и продуктами этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

- А) Mg и H₂SO₄ (конц.)
- Б) MgO и H₂SO₄
- В) S и H₂SO₄ (конц.)
- Г) H₂S и O₂ (изб.)

ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ

- 1) MgSO₄ и H₂O
- 2) MgO, SO₂ и H₂O
- 3) H₂S и H₂O
- 4) SO₂ и H₂O
- 5) MgSO₄, H₂S и H₂O
- 6) SO₃ и H₂O

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Задание 32

32 При электролизе водного раствора нитрата меди(II) получили металл. Металл обработали концентрированной серной кислотой при нагревании. Выделившийся в результате газ прореагировал с сероводородом с образованием простого вещества. Это вещество нагрели с концентрированным раствором гидроксида калия. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

От спецификации к программе изучения

Характерные химические свойства неорганических веществ:

– простых веществ–металлов: щелочных, щелочноземельных, магния, алюминия, переходных металлов (меди, цинка, хрома, железа);

– простых веществ–неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния;

– оксидов: основных, амфотерных, кислотных;

– оснований и амфотерных гидроксидов;

– кислот;

– солей: средних, кислых, основных; комплексных (на примере гидроксосоединений алюминия и цинка)

Характерные химические свойства неорганических веществ:

- **Оксидов: основных, амфотерных, кислотных**
- **Оснований и амфотерных гидроксидов**
- **Кислот**
- **Солей: средних, кислых, основных, комплексных (на примере гидроксосоединений алюминия и цинка)**
- Простых веществ неметаллов: кислорода и водорода, галогенов, серы, азота, фосфора, углерода и кремния
- Простых веществ металлов: щелочных, щелочноземельных металлов и магния, алюминия и цинка,
- железа, хрома меди

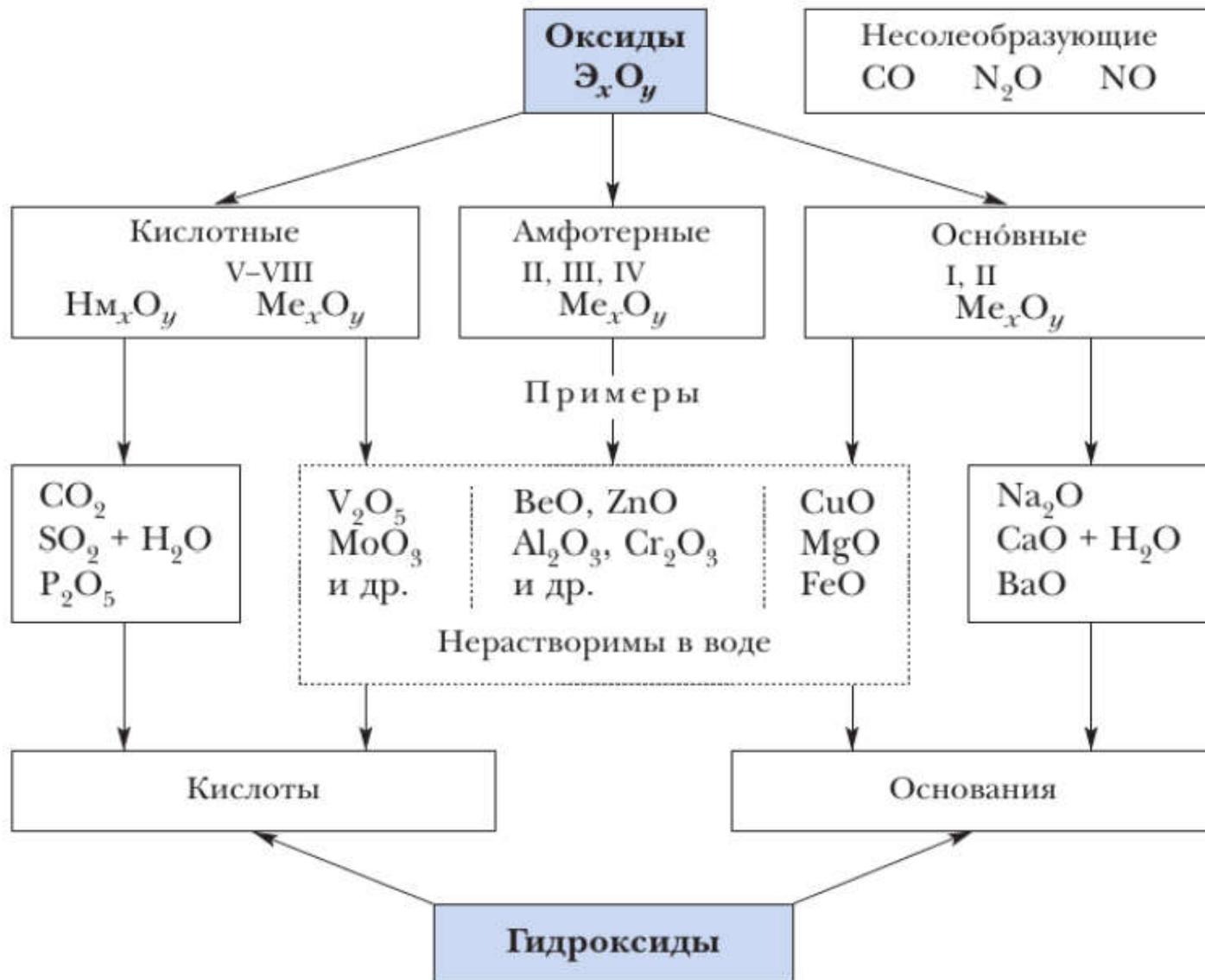


Рис. 63. Классификация оксидов и гидроксидов по характеру химических свойств

Химические свойства оксидов

1. Оксид + вода = гидроксид

В результате взаимодействия растворимых оксидов с водой образуются гидроксиды. По-видимому, вы уже запомнили то, что характер гидроксида зависит от характера оксида:

Оснóвный оксид	+	вода	=	растворимое основание (щёлочь)
Кислотный оксид (кроме SiO ₂)	+	вода	=	кислота
				гидроксиды

Тип реакции —
соединение.





Химические свойства оксидов

3. Оксид + гидроксид = соль + вода

В этом случае ярко проявляется противоположный характер свойств основных и кислотных оксидов: первые вступают в реакции с кислотами, а вторые – во взаимодействие со щелочами. Например:

Основный оксид + кислота → → соль + вода	Кислотный оксид + щёлочь → → соль + вода
$\text{CuO} + 2\text{HCl} = \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	$\text{CO}_2 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
$3\text{Na}_2\text{O} + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = 2\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$	$\text{SO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

Химические свойства оксидов

Итак, для оксидов характерны следующие химические свойства.

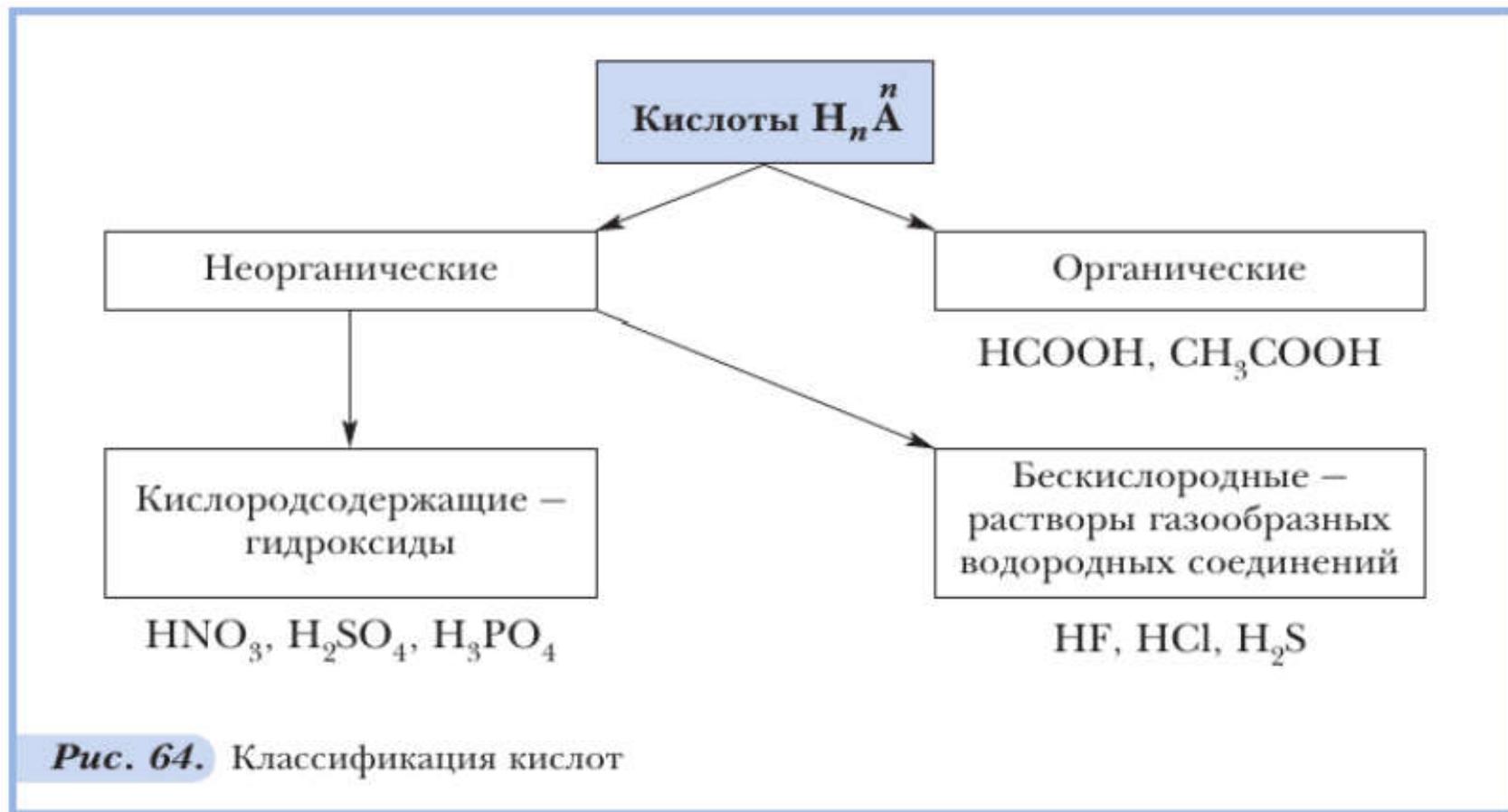
Кислотные оксиды (Hm_xO_y) + Вода
Оснóвный оксид
Щёлочь

Оснóвные оксиды (Me_xO_y) + Вода
Кислотный оксид
Кислота





Классификация кислот



Химические свойства кислот

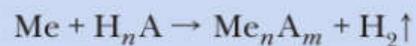
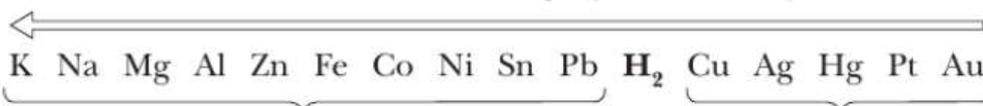
1. Кислота + металл



В четыре пробирки поместите по одной-две стружки или гранулы металлов: магния, цинка, железа и меди. К металлам прилейте разбавленные растворы серной или соляной кислот. Что происходит?



Реакционная способность металлов в ряду активности увеличивается



металл + кислота → соль + водород

Me + H_nA ≠

Тип реакции – **замещение**.

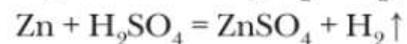


Рис. 66. Правила взаимодействия кислот с металлами



Химические свойства кислот

2. Кислота + оксид металла

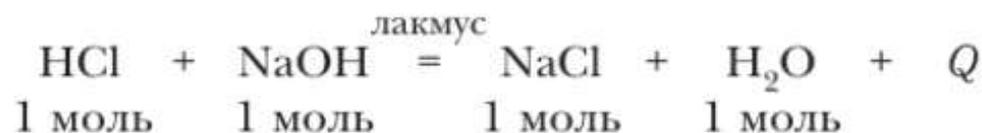
С этой группой реакций мы уже познакомились при изучении свойств основных оксидов:



3. Кислота + растворимое основание (щёлочь)



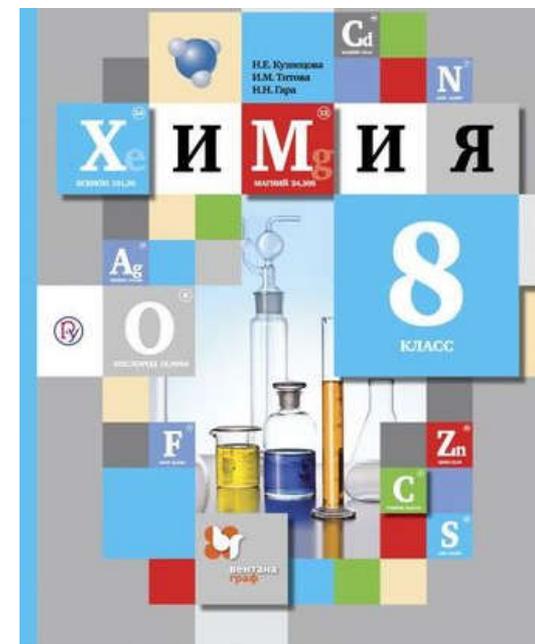
К 2–3 мл раствора соляной кислоты добавьте 2–3 капли раствора лакмуса. Как изменилась окраска индикатора? Затем по каплям прилейте раствор гидроксида натрия и проследите за изменением окраски индикатора: от красной до фиолетовой и затем до синей. Дайте объяснения последовательному изменению окраски при постепенном приливании раствора щёлочи:



Химические свойства кислот: кислота + нерастворимое основание (амфотерный гидроксид)



К полученному от учителя гидроксиду железа (III) прилейте раствор серной кислоты. Что произошло с осадком гидроксида железа?

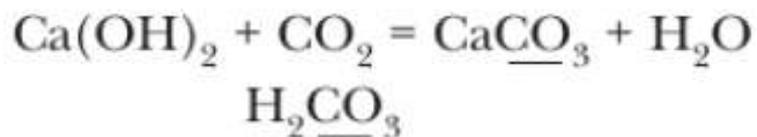
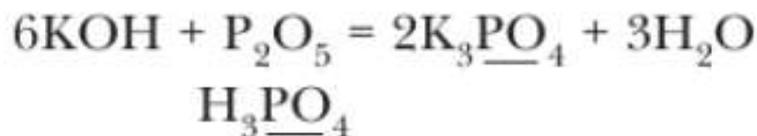




Химические свойства щелочей

1. Щёлочь + кислотный оксид

В реакциях между щёлочью и кислотными оксидами образуются соль и вода (реакции обмена). Поскольку в формуле оксида, являющегося ангидридом фосфорной кислоты, не представлен в явном виде кислотный остаток соответствующей оксиду кислоты, предлагается под формулой оксида записывать формулу соответствующей ему кислоты (см. алгоритм на с. 148):

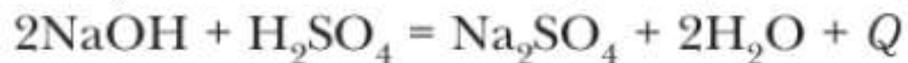




Химические свойства щелочей

2. Щёлочь + кислота

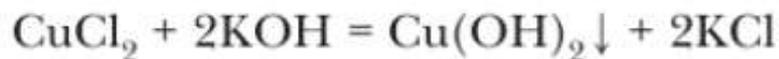
Это уже известная нам реакция нейтрализации (реакция обмена):



При выполнении реакций этого вида, как мы уже говорили, следует пользоваться индикатором.

3. Щёлочь + соль (раствор)

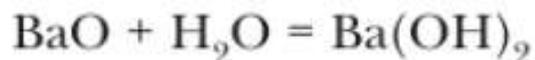
Растворы щелочей взаимодействуют только с растворимыми солями (реакции обмена):



Чтобы не допустить ошибки при подборе примеров, иллюстрирующих данное свойство щелочей, следует справиться о растворимости соли по таблице растворимости.

Получение щелочей в лаборатории

Получение щелочей в лаборатории. Щёлочи могут быть получены путём взаимодействия с водой оксидов щелочных и щёлочноземельных металлов:



Другим способом получения щелочей в лаборатории является растворение металлов в воде. Убедимся в этом на опыте. (Опыт проводит учитель!)

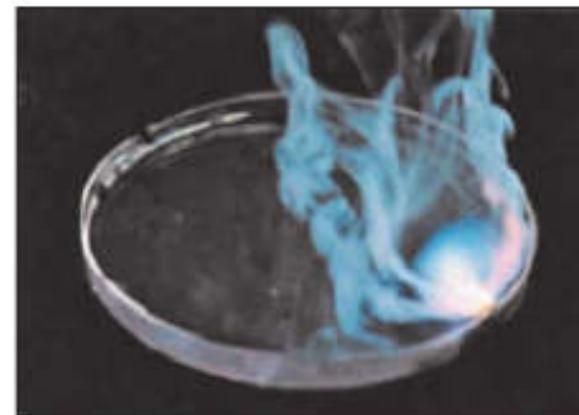
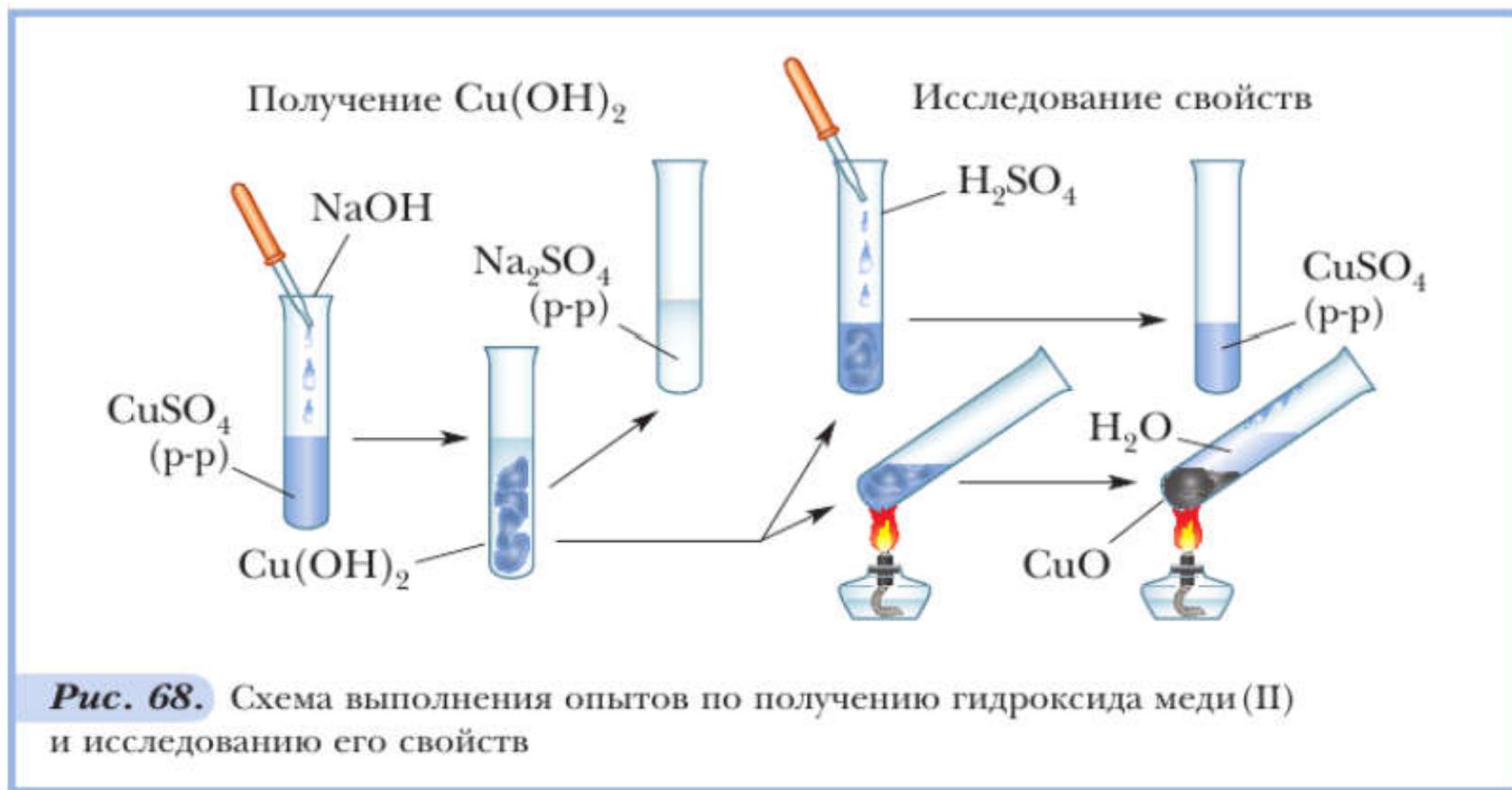
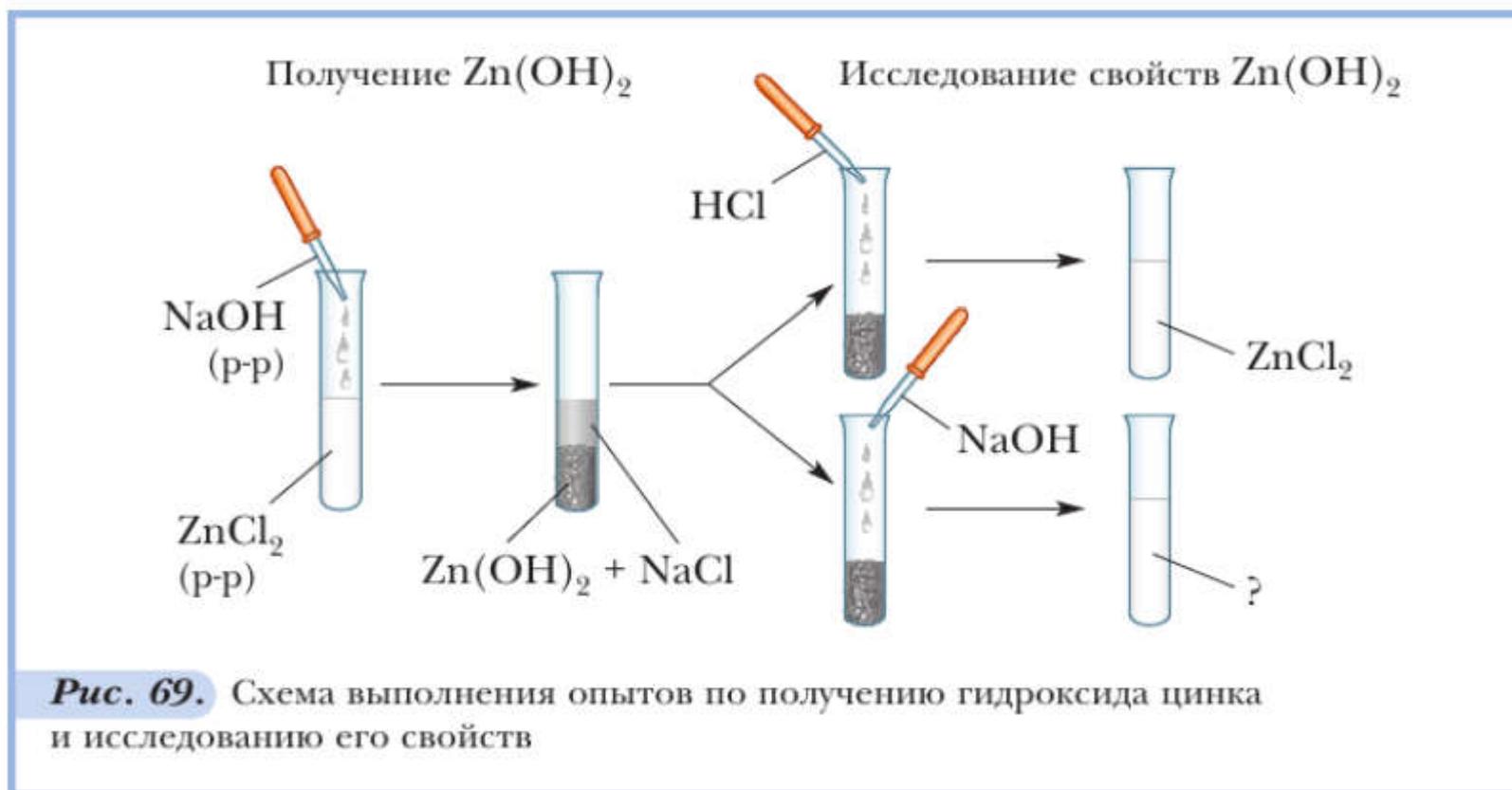


Рис. 67. Реакция калия с водой

Нерастворимые основания их получение и свойства



Амфотерные гидроксиды: их получение и свойства



Классификация реакций ионного обмена (РИО) на основе признаков



Примеры образования осадка в РИО

Взаимодействующие электролиты	Уравнение химической реакции в молекулярной форме	Уравнение химической реакции в сокращенной ионной форме
соль 1 + соль 2	$\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl}\downarrow + \text{NaNO}_3$	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}\downarrow$
	$3\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{AlCl}_3 = 4\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NaCl}$	$3[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + \text{Al}^{3+} = 4\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$
соль + кислота	$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{SiO}_3^{2-} + \text{H}^+ + \text{HSO}_4^- = \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow + \text{SO}_4^{2-}$
	$\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + 2\text{H}_2\text{S} = \text{Na}_2\text{S} + \text{ZnS}\downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$	$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + 2\text{H}_2\text{S} = \text{S}^{2-} + \text{ZnS}\downarrow + 4\text{H}_2\text{O}$
соль + щелочь	$\text{MgSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow$
	$\text{NaHCO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaCO}_3 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- = \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
кислота + щелочь	$\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{H}^+ + \text{HSO}_4^- = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

Примеры растворения осадка в РИО

Взаимодействующие электролиты	Уравнение химической реакции в молекулярной форме	Уравнение химической реакции в сокращенной ионной форме
Нерастворимое основание + кислота	$Mg(OH)_2 + 2HNO_3 = Mg(NO_3)_2 + 2H_2O$	$Mg(OH)_2 + 2H^+ = Mg^{2+} + 2H_2O$
Амфотерный гидроксид + кислота	$Zn(OH)_2 + 2HI = ZnI_2 + 2H_2O$	$Zn(OH)_2 + 2H^+ = Zn^{2+} + 2H_2O$
Амфотерный гидроксид + щёлочь	$Al(OH)_3 + KOH = K[Al(OH)_4]$	$Al(OH)_3 + OH^- = [Al(OH)_4]^-$
Нерастворимая кислота + щёлочь	$H_2SiO_3 + 2NaOH = Na_2SiO_3 + 2H_2O$	$H_2SiO_3 + 2OH^- = SiO_3^{2-} + 2H_2O$

Примеры образования газа в РИО

Взаимодействующие электролиты	Уравнение химической реакции в молекулярной форме	Уравнение химической реакции в сокращенной ионной форме
Карбонаты + кислота	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+ + \text{HSO}_4^- = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow + \text{SO}_4^{2-}$
<u>Гидрокарбонаты</u> + кислота	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{HNO}_3 = \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2\uparrow$	$\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$
<u>Сульфиты</u> + кислота	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2\uparrow$	$\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (появление резкого запаха)
<u>гидросульфиты</u> + кислота	$2\text{KHSO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2\uparrow$ (появление резкого запаха)	$2\text{HSO}_3^- + \text{H}^+ + \text{HSO}_4^- = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2\uparrow$ (появление резкого запаха)
<u>сульфиды</u> + кислота	$\text{Na}_2\text{S} + 2\text{HI} = \text{H}_2\text{S}\uparrow + 2\text{NaI}$ (появление запаха тухлых яиц)	$\text{S}^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{S}\uparrow$ (появление запаха тухлых яиц)
<u>гидросульфиды</u> + кислота	$\text{KHS} + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{S}\uparrow$ (появление запаха тухлых яиц)	$\text{HS}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{S}\uparrow$ (появление запаха тухлых яиц)
соли аммония + щелочь	$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{KOH} = \text{NH}_3\uparrow + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ (появление резкого запаха при нагревании пробирки или изменение цвета влажной лакмусовой бумаги)	$\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (появление резкого запаха при нагревании пробирки или изменение цвета влажной лакмусовой бумаги)

Примеры РИО, протекающие без признаков

Взаимодействующие электролиты	Уравнение химической реакции в молекулярной форме	Уравнение химической реакции в сокращенной ионной форме
Кислота + Щелочь	$\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$
Кислота + соль	$\text{HCl} + \text{NaF} = \text{NaCl} + \text{HF}$	$\text{H}^+ + \text{F}^- = \text{HF}$
Кислота + комплексная соль	$2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{ZnSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$	$4\text{H}^+ + [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} = \text{Zn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$
Щелочь + соль	$\text{NaOH} + \text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	$\text{OH}^- + \text{HCO}_3^{2-} = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$

Галогены

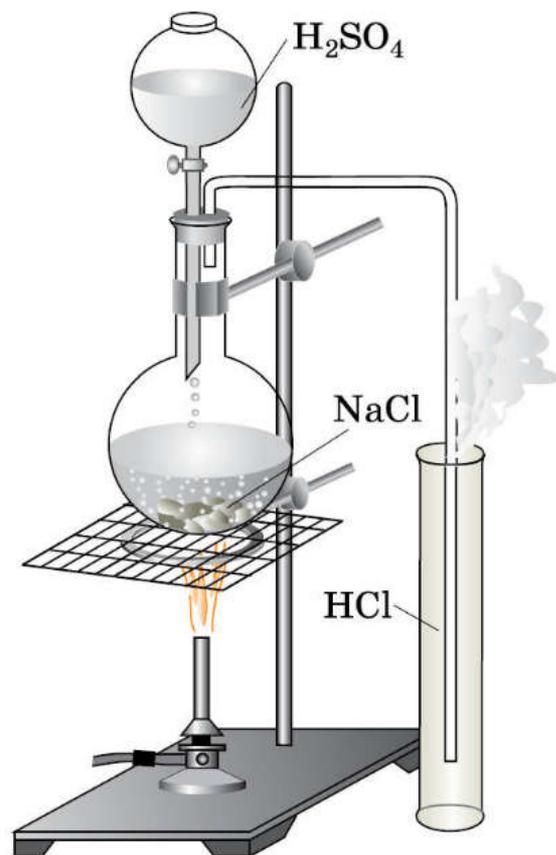


Рис. 10. Прибор для получения хлороводорода

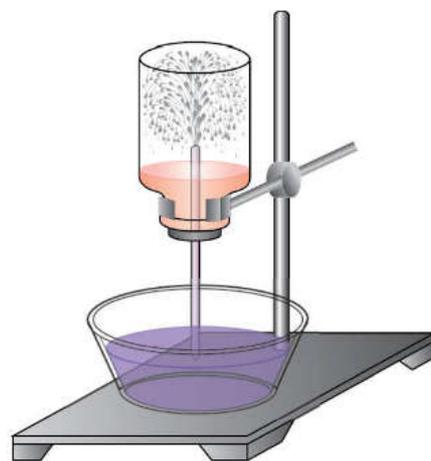


Рис. 11. Взаимодействие хлороводорода с водой

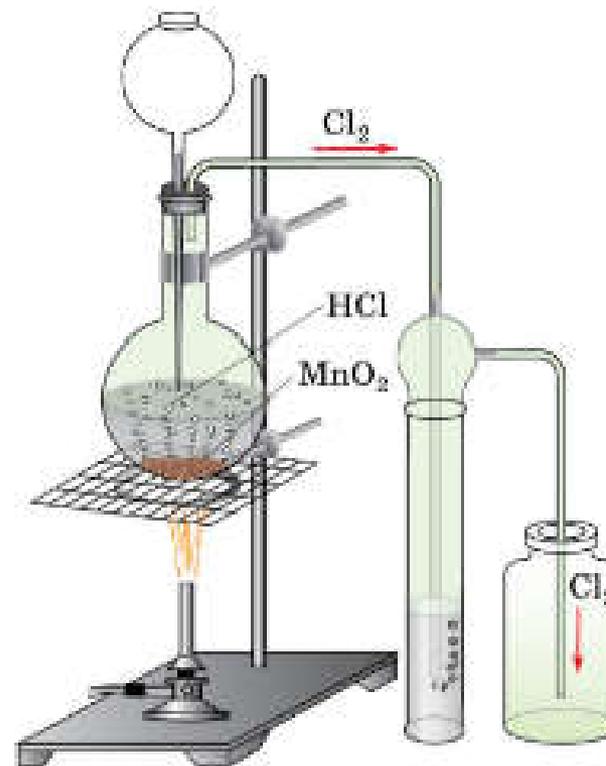


Рис. 5. Получение хлора в лаборатории

Сера

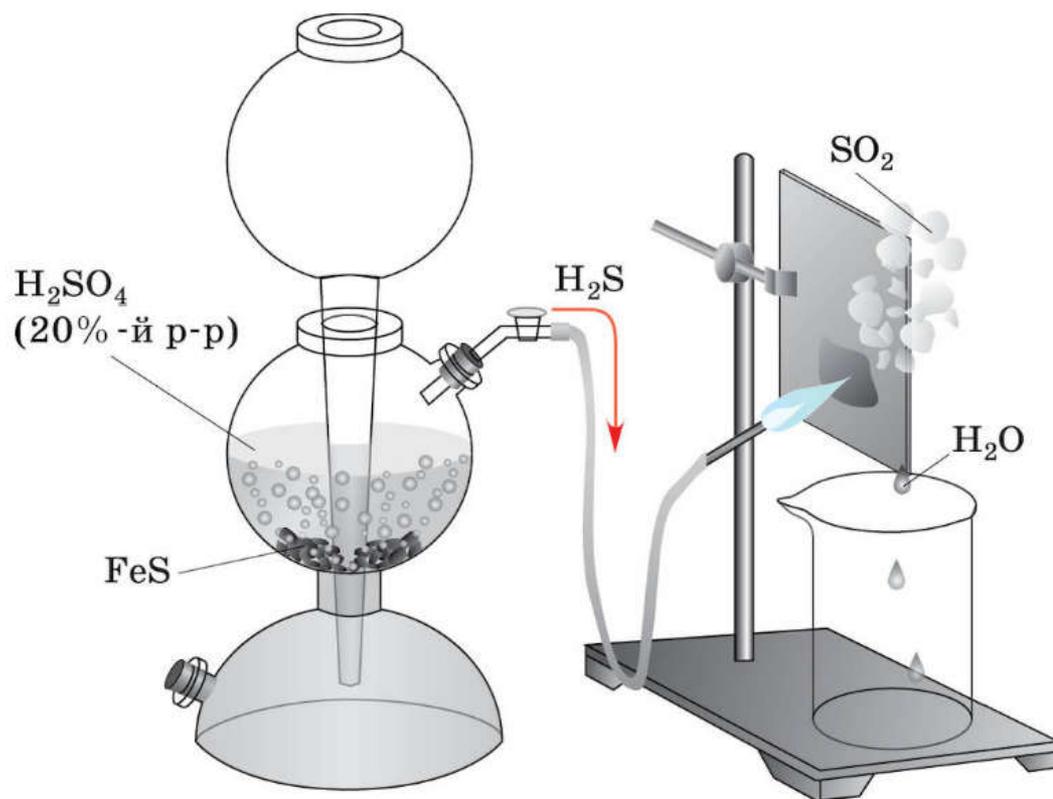
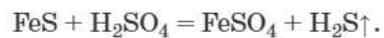


Рис. 24. Аппарат для получения сероводорода

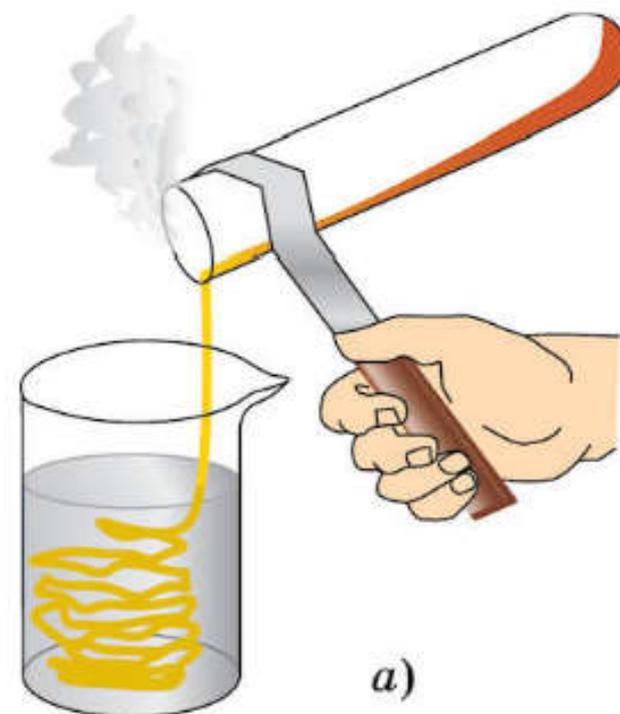


Рис. 21. Пластическая сера: а -

Азот



Рис. 44. Взаимодействие меди с концентрированной азотной кислотой

Фосфор



Рис. 48. Горение белого фосфора в хлоре

Задание 8

8 Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

- А) O_2
- Б) H_2O
- В) $NaOH$
- Г) $NaHCO_3$

РЕАГЕНТЫ

- 1) $Mg, CuO, CuSO_4$
- 2) CO, P_2O_3, Cu
- 3) $HCl(p-p), KOH(p-p), H_2SO_4$
- 4) $NH_4Cl(p-p), HCl(p-p), CuSO_4(p-p)$
- 5) P_2O_5, CaC_2, Na_2O

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г



Задание 8

8 Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

- А) HNO_3
- Б) ZnO
- В) K_2SO_3
- Г) O_2

РЕАГЕНТЫ

- 1) $\text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4, \text{KOH}$
- 2) $\text{KCl}, \text{NaHCO}_3, \text{Ca}$
- 3) $\text{NO}, \text{H}_2, \text{Na}$
- 4) $\text{FeCl}_3, \text{Zn}(\text{NO}_3)_2, \text{HCl}$
- 5) $\text{Cu}, \text{Cu}(\text{OH})_2, \text{K}_2\text{SiO}_3$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Задание 8

8 Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТЫ
А) Si	1) NaOH, Zn, AgNO ₃
Б) SO ₃	2) O ₂ , NaOH, Cl ₂
В) LiOH (р-р)	3) NaHCO ₃ , HBr, KHSO ₄
Г) CuBr ₂ (р-р)	4) KOH, O ₂ , HCl
	5) MgO, Ca(OH) ₂ , H ₂ O

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Задание 9

9 Установите соответствие между реагирующими веществами и продуктами, которые образуются при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) Al_2S_3 и избыток р-ра KOH
- Б) SO_2 и избыток р-ра KOH
- В) избыток SO_2 и р-р KOH
- Г) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ и избыток р-ра KOH

ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ

- 1) $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ и K_2SO_4
- 2) $\text{Al}(\text{OH})_3$ и K_2SO_4
- 3) KHSO_3
- 4) K_2SO_3 и H_2O
- 5) $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ и K_2S
- 6) $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ и H_2S

Задание 9

9 Установите соответствие между реагирующими веществами и продуктами, которые образуются при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) Cl_2O и холодный раствор NaOH
- Б) Cl_2 и горячий раствор NaOH
- В) Cl_2 и холодный раствор NaOH
- Г) Na_2O_2 и Na

ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ

- 1) NaClO , NaCl и H_2O
- 2) Na_2O
- 3) NaClO_3 , NaCl и H_2O
- 4) NaCl и H_2O
- 5) NaClO и H_2O
- 6) NaClO_2 , NaCl и H_2O

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Задание 10

9 Установите соответствие между реагирующими веществами и продуктами, которые образуются при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) Cu_2O и конц. H_2SO_4
- Б) Cu_2O и конц. HNO_3
- В) P и конц. HNO_3
- Г) PH_3 и конц. HNO_3

ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ

- 1) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, NO_2 и H_2O
- 2) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, NO и H_2O
- 3) CuSO_4 , SO_2 и H_2O
- 4) CuO , SO_2 и H_2O
- 5) P_2O_3 , NO_2 и H_2O
- 6) H_3PO_4 , NO_2 и H_2O

Задание 32

32 Аммиак нагрели с кислородом в присутствии катализатора. Полученный газ прореагировал с кислородом. Образовавшийся в результате бурый газ пропустили через холодный раствор гидроксида натрия. Одна из образовавшихся солей вступила в реакцию с раствором, содержащим перманганат калия и гидроксид калия.

Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

32 При взаимодействии цинка с водным раствором гидроксида калия выделился газ. Газ прореагировал с нагретым порошком оксида меди(II). Полученное простое вещество растворили при нагревании в концентрированной серной кислоте, при этом выделился газ с резким запахом. При пропускании этого газа через водный раствор перманганата калия наблюдали обесцвечивание раствора.

Напишите уравнения четырёх описанных реакций.



корпорация

российский
учебник

Спасибо за внимание!

Ахметов М.А

maratakma@ya.ru