

Идентификация неорганических соединений. Качественные реакции на неорганические вещества и ионы.

Саркисян Людмила Леонидовна
учитель химии МБОУ СОШ № 3
ст. Крыловской МО Крыловский район

Качественные реакции – характерные

реакции, используемые для

идентификации различных веществ.

Для определения присутствия веществ, анионов, катионов используются различные химические реакции. Эти реакции широко используются при проведении качественного анализа, целью которого является определение наличие веществ или ионов в растворах или смесях.

Анализируемые вещества могут находиться в различных агрегатных состояниях (твёрдом, жидком и газообразном). С точки зрения наблюдаемых эффектов все реакции обнаружения можно разделить на несколько групп:

- 1) образование характерных осадков,
- 2) растворение вещества,
- 3) появление (изменение) окраски,
- 4) выделение газов,
- 5) изменение запаха,
- 6) окрашивание пламени.

Различить вещества — это значит провести превращения, которые отличаются признаками протекания реакций или свойствами продуктов реакции. Для решения подобных заданий недостаточно знать только качественные реакции, необходимо учитывать химические и физические свойства веществ.

Основные принципы организации подготовки обучающихся к выполнению задания

1. Подготовка к экзамену должна осуществляться в процессе преподавания учебного предмета.
2. Нельзя сводить подготовку к экзамену только к тренировке в выполнении заданий, аналогичных заданиям экзаменационной работы!
3. **Необходим опыт проведения реального химического эксперимента!**

Справочные материалы



КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА КАТИОНЫ

Катион	Реактив, анион, условия	Признаки, сокращенное ионное уравнение реакции
H^+	Лакмус	Красный цвет раствора
	Метиловый оранжевый	Розовый цвет раствора
NH_4^+	Раствор щелочи, OH^- , t	Выделение газа аммиака с резким запахом $NH_4^+ + OH^- \rightarrow NH_3 \uparrow + H_2O$
Ag^+	Соляная кислота или раствор хлорида, Cl^-	Белый творожистый осадок: $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl \downarrow$
Li^+	Пламя	Карминово-красное окрашивание
Na^+	Пламя	Желтое окрашивание
K^+	Пламя	Фиолетовое окрашивание
Ca^{2+}	Пламя	Кирпично-красное окрашивание
	Раствор карбонатов, CO_3^{2-}	Белый осадок карбоната кальция: $Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightarrow CaCO_3 \downarrow$
Ba^{2+}	Пламя	Желто-зеленое окрашивание
	Раствор серной кислоты или соли сульфата, SO_4^{2-}	Белый осадок, нерастворимый в кислотах: $Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4 \downarrow$
Al^{3+}	Раствор щелочи, OH^-	Белый студенистый осадок $Al(OH)_3$: $Al^{3+} + 3OH^- \rightarrow Al(OH)_3 \downarrow$, растворимый в кислотах и в избытке щелочей.
Cu^{2+}	Пламя	Зеленое окрашивание
	Вода	Гидратированные ионы Cu^{2+} имеют голубую окраску
Fe^{2+}	Раствор щелочи, OH^-	Голубой студенистый осадок гидроксида меди (II): $Cu^{2+} + 2OH^- \rightarrow Cu(OH)_2 \downarrow$
	Раствор щелочи, OH^-	Зеленый осадок гидроксида железа (II): $Fe^{2+} + 2OH^- \rightarrow Fe(OH)_2 \downarrow$
Fe^{3+}	Раствор красной кровяной соли $K_3[Fe(CN)_6]$	Темно-синий осадок турбулентной сини: $K_3[Fe(CN)_6] + Fe^{2+} \rightarrow KFe^{II}[Fe^{III}(CN)_6] \downarrow + 2K^+$
	Раствор щелочи, OH^-	Красно-бурый осадок гидроксида железа (III): $Fe^{3+} + 3OH^- \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow$
Fe^{3+}	Раствор желтой кровяной соли $K_4[Fe(CN)_6]$	Темно-синий осадок берлинской лазури: $K_4[Fe(CN)_6] + Fe^{3+} \rightarrow 3K^+ + KFe^{III}[Fe^{II}(CN)_6] \downarrow$
	Раствор роданида калия или аммония, SCN^-	Кроваво-красное окрашивание раствора: $FeCl_3 + 3NH_4SCN \rightarrow 3NH_4Cl + Fe(SCN)_3$



КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА АНИОНЫ

Анион	Реактив, катион, условия	Признаки, сокращенное ионное уравнение реакции
Cl^-	Раствор нитрата серебра $AgNO_3$, Ag^+	Белый творожистый осадок: $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl \downarrow$
Br^-	Раствор нитрата серебра $AgNO_3$, Ag^+	Желтоватый творожистый осадок: $Ag^+ + Br^- \rightarrow AgBr \downarrow$
I^-	Раствор нитрата серебра $AgNO_3$, Ag^+	Желтый творожистый осадок: $Ag^+ + I^- \rightarrow AgI \downarrow$
S^{2-}	Растворимые соли меди, Cu^{2+}	Черный осадок: $Cu^{2+} + S^{2-} \rightarrow CuS \downarrow$
SO_3^{2-}	Растворы кислот, H^+	Сернистый газ SO_2 с резким запахом: $SO_3^{2-} + 2H^+ \rightarrow H_2O + SO_2 \uparrow$
SO_4^{2-}	Растворимые соли бария, Ba^{2+}	Белый осадок, нерастворимый в кислотах: $Ba^{2+} + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4 \downarrow$
CO_3^{2-}	Растворы кислот, H^+	Газ без запаха: $CO_3^{2-} + 2H^+ \rightarrow H_2O + CO_2 \uparrow$, который с известковой водой образует мелевой осадок (помутнение известковой воды): $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O$
SiO_3^{2-}	Растворы кислот, H^+	Гель (студенистый осадок) кремниевой кислоты: $SiO_3^{2-} + 2H^+ \rightarrow H_2SiO_3 \downarrow$
NO_3^-	Конц. H_2SO_4 и Cu , t	Образуется голубой р-р, содержащего ионы Cu^{2+} , выделяется газ бурого цвета (NO_2). $NaNO_3_{крист.} + H_2SO_{конц.} \rightarrow NaHSO_4 + HNO_3$ $Cu + 4HNO_{3конц.} \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 \uparrow + 2H_2O$
PO_4^{3-}	Раствор нитрата серебра $AgNO_3$, Ag^+	Светло-желтый осадок: $3Ag^+ + PO_4^{3-} \rightarrow Ag_3PO_4 \downarrow$
	Лакмус	Синий цвет раствора
OH^-	Метиловый оранжевый	Желтый цвет раствора
	Фенолфталеин	Малиновый цвет раствора

Справочные материалы

Приложение 12

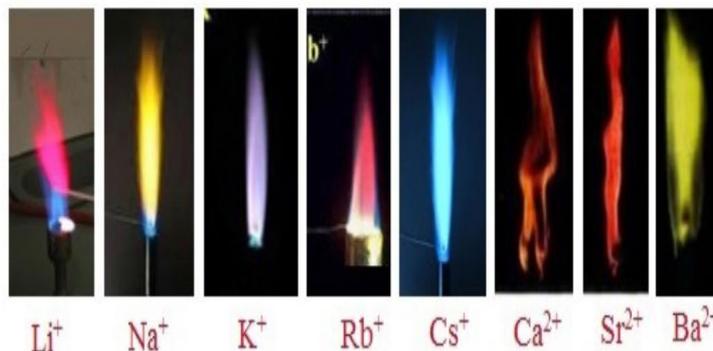
Способы идентификации некоторых газов

Формула газа	Способы идентификации
H_2	Горючий газ \Rightarrow набранный в пробирку и подожжённый, сгорает с характерным звуком
O_2	Поддерживает горение \Rightarrow тлеющая лучинка в нём вспыхивает
O_3	Имеет характерный «электрический» запах; поддерживает горение \Rightarrow тлеющая лучинка в нём вспыхивает; вызывает посинение иодкрахмальной бумажки
H_2S	Имеет неприятный запах тухлых яиц; вызывает почернение бумажки, смоченной раствором соли свинца(II)
Cl_2	Имеет резкий запах хлорки; вызывает посинение иодкрахмальной бумажки
CO_2	Вызывает помутнение известковой воды; горящая лучинка в нём гаснет; не обесцвечивает подкисленный раствор перманганата калия
SO_2	Имеет запах горящей серы; вызывает помутнение известковой воды; горящая лучинка в нём гаснет; окрашивает фиолетовый лакмус в красный цвет; обесцвечивает подкисленный раствор перманганата калия
NH_3	Имеет резкий запах нашатырного спирта; окрашивает влажную фиолетовую лакмусовую бумажку в синий цвет
HCl	Имеет характерный резкий запах; окрашивает фиолетовую лакмусовую бумажку в красный цвет; не вызывает помутнения известковой воды
NO_2	Имеет бурую окраску и неприятный запах; вызывает горение лучины
NO	На воздухе мгновенно превращается в бурый газ

Качественные реакции щелочных и щелочноземельных металлов по окраске пламени

Все соединения щелочных металлов определяются по цвету пламени

Катион	Реактив	Характерные признаки
Li^+	Пламя	Красно-малиновое окрашивание
Na^+	Пламя	Желтое окрашивание
K^+	Пламя	Фиолетовое окрашивание
Rb^+	Пламя	Буро-красное окрашивание
Cs^+	Пламя	Голубое окрашивание
Ca^{2+}	Пламя	Кирпично-красное окрашивание
Sr^{2+}	Пламя	Карминово-красное окрашивание
Ba^{2+}	Пламя	Желто-зеленое окрашивание



ХИМИЯ



9

Выполнение практических заданий

1. Докажите, что выданное вам вещество является сульфатом аммония.

2. Определите, содержит ли выданный вам раствор нитрата натрия примесь фосфата натрия.

3. Получите иодную воду из раствора иодида натрия (калия). Докажите образование иода при помощи качественной реакции.

4. Опытным путём докажите, что выданный образец карбоната натрия содержит примесь хлорида натрия.

5. В пронумерованных пробирках находятся растворы хлорида цинка, иодида калия, карбоната натрия, соляная кислота, иодная вода (вариант I); растворы хлорида натрия, иодида натрия, фосфата калия, бромная вода, соляная кислота (вариант II). Опытным путём определите, в какой пробирке находится каждый раствор. Напишите уравнения реакций.

Выполнение практических заданий

1. В пробирках без этикеток находятся растворы веществ. При помощи качественных реакций определите, какое вещество находится в каждой пробирке:

- а) карбонат натрия, хлорид кальция, гидроксид кальция;
- б) сульфат алюминия, хлорид алюминия, хлорид кальция;
- в) нитрат бария, сульфат магния, сульфат калия.

4. Распознайте при помощи одного реактива:

- а) карбонат натрия, хлорид алюминия и хлорид кальция;
- б) сульфат алюминия, сульфат магния и сульфат натрия;
- в) хлорид калия, хлорид кальция, хлорид алюминия.

Задание. В трёх пробирках под номерами находятся растворы следующих веществ: хлорида натрия, карбоната натрия и сульфата натрия. Определите, в какой пробирке находится каждое из веществ.

Выполнение заданий «мысленного эксперимента»

3. В трех склянках без этикеток находятся растворы: гидроксида натрия, карбоната натрия, соляной кислоты. Как химическим путем идентифицировать эти вещества? Напишите уравнения реакций, составьте полные и сокращённые ионные уравнения.

4. В четырех пронумерованных склянках без этикеток находятся водные растворы:

- а) сульфида натрия, сульфата натрия, иодида натрия, нитрата натрия;
- б) хлорида меди (II), сульфата меди (II), нитрата меди (II), нитрата калия;
- в) серной кислоты, хлороводорода, сульфата натрия, хлорида натрия;
- г) муравьиной кислоты, аммиака, нитрата аммония, нитрата бария.

Как химическим путем идентифицировать эти вещества? Напишите уравнения реакций в молекулярном, полном и сокращённом ионном виде.

Задания на распознавание веществ с использованием только одного реагента

В трёх склянках находятся растворы **азотной кислоты, гидроксида натрия, хлорида натрия.**

Используя только один реактив, предложите способ распознавания этих веществ.

В трёх склянках находятся растворы **гидроксида калия, бромида калия, фосфата калия.**

Используя только один реагент, предложите способ распознавания этих веществ.

В четырёх склянках находятся растворы **карбоната калия, нитрата серебра, силиката калия, нитрата калия, сульфита калия, сульфида калия.**

Используя только один реагент, предложите способ распознавания этих веществ.

В четырёх склянках находятся растворы **хлорида магния, хлорида алюминия, хлорида аммония, бромида натрия.**

Используя только один реагент, предложите способ распознавания этих веществ.

Выполнение заданий по идентификации веществ без использования реактивов.

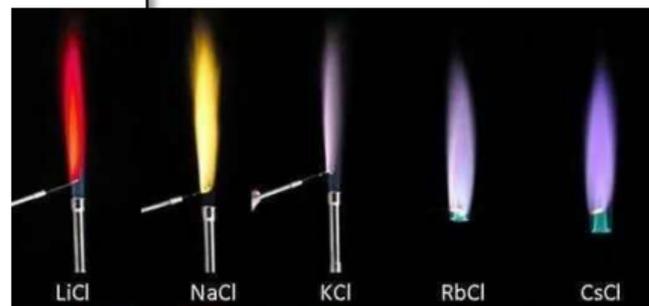
Установите соответствие между металлом и окраской, которую придают пламени этот металл и его соединения.

МЕТАЛЛ

- А) литий
- Б) кальций
- В) натрий
- Г) цезий

ОКРАСКА ПЛАМЕНИ

- 1) жёлтая
- 2) карминово-красная
- 3) кирпично-красная
- 4) голубая
- 5) розово-фиолетовая



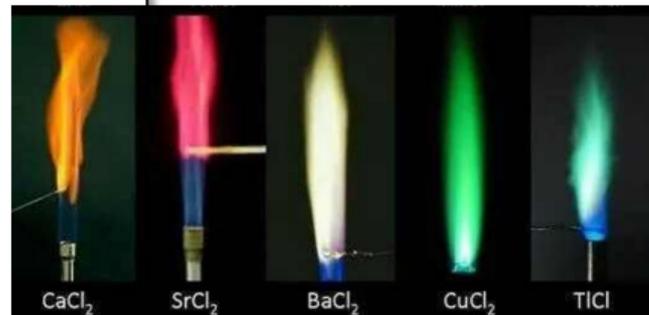
Установите соответствие между металлом и окраской, которую придают пламени этот металл и его соединения.

МЕТАЛЛ

- А) барий
- Б) стронций
- В) калий
- Г) кальций

ОКРАСКА ПЛАМЕНИ

- 1) голубая
- 2) малиново-красная
- 3) кирпично-красная
- 4) зелёная
- 5) фиолетовая



Выполнение заданий идентификации веществ без других реактивов

14. В трех склянках находятся растворы **нитрата серебра, фосфата натрия и хлорида натрия**. Как, не имея других реактивов, идентифицировать эти вещества? Напишите уравнения реакций, составьте полные и сокращённые ионные уравнения.

	AgNO_3	Na_3PO_4	NaCl
AgNO_3		Жёлтый осадок Ag_3PO_4	Белый творожистый осадок AgCl
Na_3PO_4	Жёлтый осадок Ag_3PO_4		—
NaCl	Белый творожистый осадок AgCl	—	

Выполнение заданий идентификации веществ без других реактивов

. В пяти склянках без этикеток находятся растворы: NaOH , FeSO_4 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, Na_2S , Na_2SO_4 . Как без помощи других реактивов идентифицировать эти вещества? Составьте полные и сокращённые ионные уравнения реакций.

	NaOH	FeSO_4	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	Na_2S	Na_2SO_4
NaOH (бесцв.)		Белый (серо-зелёный) осадок $\text{Fe}(\text{OH})_2$	Бурый студнеобразн. осадок $\text{Fe}(\text{OH})_3$	—	—
FeSO_4 (бледно-зелёный)	Белый (серо-зелёный) осадок $\text{Fe}(\text{OH})_2$		—	Чёрный осадок FeS	—
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (жёлтый)	Бурый студнеобразн. осадок $\text{Fe}(\text{OH})_3$	—		Чёрный осадок FeS + жёлт. S	—
Na_2S (бесцв.)	—	Чёрный осадок FeS	Чёрный осадок FeS + жёлт. S		—
Na_2SO_4 (бесцв.)	—	—	—	—	

Выполнение заданий естественно-научной грамотности

5-143. Вещество А светло-зеленого цвета разлагается при нагревании на вещество Б черного цвета, бесцветный газ и пары воды. При взаимодействии вещества Б с серной кислотой образуется раствор синего цвета. При добавлении к этому раствору щелочи выпадает синий студенистый осадок, разлагающийся при нагревании. О каких веществах А и Б идет речь? Напишите уравнения упомянутых здесь реакций.

Простое вещество А зеленовато-жёлтого цвета с едким запахом реагирует с серебристо-белым металлом Б, в результате чего образуется поваренная соль. При действии на кристаллы поваренной соли концентрированной серной кислотой образуется бесцветный газ В, хорошо растворимый в воде. Запишите формулы веществ А, Б и В, а также уравнения реакций, о которых идёт речь.

При взаимодействии хрупкого светло-жёлтого вещества А с купоросным маслом (вещество Б) образуется тяжёлый газ В, имеющий резкий запах. Газ В реагирует с газом Г, имеющим запах тухлых яиц, с образованием вещества А. Запишите формулы веществ А, Б, В, Г, а также уравнения реакций, о которых идёт речь.

Задания, заставляющие размышлять

1087*. При термическом разложении образца минерала магнезита (карбонат магния, примеси) получен газ А, в котором сожжён магний (при 500 °С). При этом образовались два твёрдых продукта реакции — белого Б и чёрного В цвета. Продукт чёрного цвета отделили и нагрели с порошком алюминия до 1500 °С, получив твёрдое вещество Г. При взаимодействии его с соляной кислотой выделяется газ Д, который горит на воздухе с образованием вещества А и воды.

Определите вещества А—Д, составьте уравнения реак-

1088*. Газ, представляющий собой высший оксид углерода А, пропустили через баритовую воду Б. Образовался белый осадок В, который растворился при пропускании избытка газа А. Выделенная из раствора соль Г разлагается при нагревании, образуя вещество В и газ А. При взаимодействии с соляной кислотой веществ В и Г образуется газ А.

Определите вещества А—Г, составьте уравнения реакций.

Задания по теме «Качественные реакции» в формате ЕГЭ № 24

24

Установите соответствие между веществами и реагентом, с помощью которого можно различить водные растворы этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВА

- А) NaOH и Na₂S
- Б) Na₃PO₄ и H₃PO₄
- В) HNO₃ и HCl
- Г) FeCl₃ и Br₂

РЕАГЕНТ

- 1) фенолфталеин
- 2) KOH
- 3) NaNO₃
- 4) H₂SO₄ (конц.)
- 5) Ag

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

24

Установите соответствие между двумя веществами и признаком(-ами) протекающей между ними реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) Cu и HNO₃ (p-p)
- Б) Na₂CrO₄ и H₂SO₄
- В) Mg(OH)₂ и HCl (p-p)
- Г) Al(OH)₃ и NaOH (p-p)

ПРИЗНАК(И) РЕАКЦИИ

- 1) выделение газа и растворение твёрдого вещества
- 2) образование белого осадка
- 3) образование жёлтого осадка
- 4) изменение окраски раствора на оранжевую
- 5) растворение осадка

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Задания по теме «Качественные реакции» в формате ЕГЭ № 24

24

Установите соответствие между реагирующими веществами и признаком протекающей между ними реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВА

- А) K_2CO_3 и HCl
- Б) K_2CO_3 и $BaCl_2$
- В) HI и $AgNO_3$
- Г) Ag и HNO_3 (конц.)

ПРИЗНАК РЕАКЦИИ

- 1) выпал жёлтый осадок
- 2) выпал белый осадок
- 3) выпал бурый осадок
- 4) выделился бесцветный газ
- 5) выделился бурый газ

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

24

Установите соответствие между формулами двух веществ и реактивом, с помощью которого можно различить эти вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ

- А) HCl (г.) и NH_3 (г.)
- Б) HNO_3 и HCl
- В) Na_2SO_4 и KNO_3
- Г) $AlCl_3$ и $MgCl_2$

РЕАКТИВ

- 1) $NaOH$ (р-р)
- 2) $Ba(NO_3)_2$ (р-р)
- 3) $CaSO_4$
- 4) Cu
- 5) лакмус (р-р)

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Задания по теме «Качественные реакции» в формате ЕГЭ № 6

6

Даны две пробирки с раствором вещества X. В одну из них добавили небольшое количество раствора гидроксида калия, при этом наблюдали образование белого осадка. В другую пробирку прилили раствор слабого электролита Y. При этом также наблюдали образование белого осадка. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) уксусная кислота
- 2) хлорид железа(III)
- 3) фторид натрия
- 4) аммиак
- 5) сульфат алюминия

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

6

Даны две пробирки с раствором хлорида магния. В одну из них добавили раствор вещества X, а в другую — раствор вещества Y. В результате в пробирке с веществом X образовался нерастворимый гидроксид, а в пробирке с веществом Y образовалась нерастворимая соль. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) Na_3PO_4
- 2) LiOH
- 3) CaSO_4
- 4) CH_3COOK
- 5) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

Комплексные задания по теме «Качественные реакции».

В трех склянках без этикеток находятся растворы веществ: $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, Na_2CO_3 , MgCl_2 .
Выполните следующие задания.

1. Предложите **два** способа распознавания этих веществ химическим путем, используя реактивы из следующего списка: растворы NaOH , K_2SO_4 , HCl , H_2SO_4 , AgNO_3 . Для каждого способа составьте план проведения эксперимента в виде таблицы.

Способ 1

Реактивы	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	Na_2CO_3	MgCl_2

Способ 2

Реактивы	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	Na_2CO_3	MgCl_2

2. Сравните выбранные вами способы распознавания веществ в соответствии с критериями, представленными в таблице, и оцените степень рациональности каждого из предложенных способов, заполнив таблицу (поставьте «+» или «-» по каждому критерию):

Критерий рациональности способа распознавания	Способ 1	Способ 2
Минимальный расход реактивов		
Минимальное время распознавания		
Реальная возможность проведения опыта		
Отсутствие однотипных результатов у разных веществ при использовании одного и того же реактива (выпадение одинаковых по виду осадков и т.п.)		

3. Выберите и обоснуйте наиболее рациональный, с вашей точки зрения, способ определения предложенных веществ.

4. Составьте уравнения реакций, лежащих в основе распознавания веществ в соответствии с выбранным вами способом; укажите признаки протекающих реакций.

Комплексные задания по теме «Качественные реакции». Критерии оценивания

В трех склянках без этикеток находятся растворы веществ:

Ba(NO₃)₂, Na₂CO₃, MgCl₂.

Выполните следующие задания.

1. Предложите **два** способа распознавания этих веществ химическим путем, используя реактивы из следующего списка: растворы **NaOH, K₂SO₄, HCl, H₂SO₄, AgNO₃**. Для каждого способа составьте план проведения эксперимента в виде таблицы.

Способ 1 (рациональный)

Реактивы	Ba(NO ₃) ₂	Na ₂ CO ₃	MgCl ₂
H ₂ SO ₄	↓	↑	-

Способ 2

Реактивы	Ba(NO ₃) ₂	Na ₂ CO ₃	MgCl ₂
HCl	-	↑	-
NaOH	-	-	↓

Критерий рациональности способа распознавания	Способ 1	Способ 2
Минимальный расход реактивов	+	-
Минимальное время распознавания	+	-
Реальная возможность проведения опыта	+	+
Отсутствие однотипных результатов у разных веществ при использовании одного и того же реактива (выпадение одинаковых по виду осадков и т.п.)	+	+

Химии никоим образом
научиться невозможно, не
видав самой практики и не
принимаясь за химические
операции.

М.В.Ломоносов



Спасибо за внимание!