

Решения.

Девятый класс

(Автор - О.Л.Саморукова)

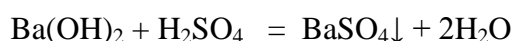
Заполним таблицу:

	Na ₂ SO ₄	Pb(CH ₃ COO) ₂	BaCl ₂	NH ₄ Cl	MnSO ₄	Al ₂ (SO ₄) ₃	Na ₂ CO ₃
Ba(OH) ₂	↓	↓	-	↑при t-	↓	↓	↓
NaOH	-	↓ раств.в изб	-	↑нагр.	↓буреет	↓ раств.в изб.	-
H ₂ SO ₄	-	↓	↓	-	-	-	↑
HCl	-	↓раств. при t	-	-	-	-	↑

1. Определяем состав 1-го набора пробирок.

Берём 4 кусочка фенолфталеиновой бумаги и из каждой пробирки наносим по одной капле раствора. В пробирках, содержащих Ba(OH)₂ и NaOH, pH раствора будет больше 7. Фенолфталеиновая бумага окрасится в малиновый цвет.

Берём 4 чистые пробирки, в две пробирки переносим по несколько капель раствора из одной из пробирок с pH > 7, в две другие - из второй пробирки с pH > 7. В две первые пробирки добавляем по несколько капель раствора из одной и второй пробирок с pH < 7. То же самое делаем со второй парой пробирок. В одной из пробирок наблюдаем выпадение осадка. Это значит, что в пробирке, в которой выпал осадок, находился Ba(OH)₂, а добавленный раствор содержал H₂SO₄.



Пробирка, в которой не образовалось осадка, содержит NaOH, другая пробирка с pH < 7 - HCl.

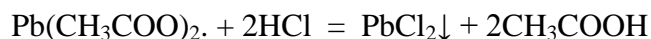
2. Определяем состав 2-го набора пробирок.

Определение солей во втором наборе пробирок может быть сделано несколькими способами. Приведём один из вариантов определения.

Возьмём семь чистых пробирок и в каждую из них перенесём по несколько капель определяемых растворов и будем добавлять по каплям раствор HCl.

В одной из пробирок выпадет осадок, а в другой будет выделяться газ. В остальных пробирках никаких эффектов наблюдаться не будет. Подогреем пробирку с осадком на

водяной бане. Осадок растворится, а при охлаждении раствора выпадет снова. Это может быть только осадок $PbCl_2$, а соль – $Pb(CH_3COO)_2$.

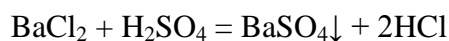


При нагревании другой пробирки усиливается выделение газа. Это газ – CO_2 , а соль – Na_2CO_3 .



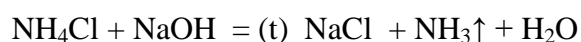
Две пробирки мы определили. Это - **$Pb(CH_3COO)_2$** и **Na_2CO_3** .

Осталось 5 пробирок с неизвестными солями. Возьмём пять чистых пробирок и в каждую из них перенесём по несколько капель растворов определяемых веществ и будем добавлять по каплям раствор H_2SO_4 . Только в одной из пробирок выпадет осадок. Это осадок $BaSO_4$, который не растворяется в HCl .



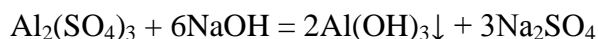
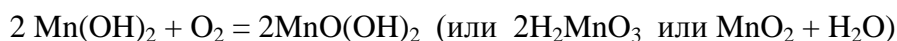
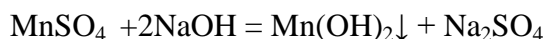
Мы определили **$BaCl_2$** .

Возьмём четыре чистые пробирки и в каждую из них перенесём по несколько капель растворов определяемых веществ и будем добавлять по каплям раствор $Ba(OH)_2$. В трёх пробирках выпадут осадки, а одна пробирка останется без изменений. Эта пробирка содержит раствор NH_4Cl . Подтвердим это. Возьмём чистую пробирку, перенесём в неё несколько капель предполагаемого раствора NH_4Cl , добавим несколько капель раствора $NaOH$ и накроем пробирку предметным стеклом, предварительно смочив его водой и приклеив к нему фенолфталеиновую бумагу. Поставим пробирку на водяную баню. Через некоторое время фенолфталеиновая бумага покраснеет. Это доказывает, что в пробирке находится раствор **NH_4Cl** .



Остались растворы Na_2SO_4 , $MnSO_4$, $Al_2(SO_4)_3$. . Возьмём три чистые пробирки и в каждую из них перенесём по несколько капель растворов определяемых веществ и будем добавлять медленно по каплям раствор $NaOH$.

В одной пробирке никакого эффекта не наблюдаем. В этой пробирке находится раствор Na_2SO_4 . В двух других пробирках наблюдаем следующие эффекты. В пробирках с растворами MnSO_4 и $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ выпадут осадки, причём в пробирке, содержащей раствор MnSO_4 , выпавший осадок будет медленно буреть на воздухе, а в пробирке, содержащей $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, осадок будет растворяться в избытке реактива.



Мы определили MnSO_4 и $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

Реактивы и оборудование на одного участника.

Растворы : 0,5М $\text{Ba}(\text{OH})_2$, 1М NaOH (свежеприготовленный, так как примесь карбоната будет давать ложную реакцию с BaCl_2), 1М H_2SO_4 , 1М HCl , 0,5М Na_2SO_4 , 0,5М $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, 0,5М BaCl_2 , 0,5М NH_4Cl , 0,5М MnSO_4 , 0,5М $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, 0,5М Na_2CO_3 по 20 – 25мл.

Фенолфталеиновая бумага.

Оборудование: пробирки – 19 шт, штативы для пробирок -2 шт, предметное стекло – 1шт, пипетка для отбора проб – 1шт. водяная баня – 1 шт (на 4-5чел.), стакан с дистиллированной водой для промывания пипетки – 1 шт..

Система оценивания.

1. Правильное заполнение таблицы	3 б
2. Определение веществ в 1-м наборе пробирок (0,5 б за 1 вещество)	2 б
3. Определение веществ во 2-м наборе пробирок (2 б за 1 вещество)	14 б
4. Запись последовательности действий, наблюдаемых явлений и их объяснение	3 б
5. Уравнения реакции (1 б за 1-й набор пробирок и по 1 б за каждое вещество из 2-го набора пробирок)	8 б
Итого	30 б

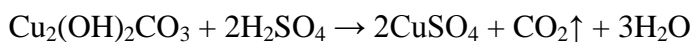
Десятый класс

Автор – В.В. Аняри

Проанализировав набор предлагаемых веществ для синтеза реактива, попытаемся понять, что он из себя представляет. В условии задачи о реактиве говорится как о растворе индивидуального вещества. Из предложенных для синтеза веществ можно получить следующие хорошо растворимые соединения: CaCl_2 , CuCl_2 , NaCl , ZnCl_2 , CuSO_4 , Na_2SO_4 , ZnSO_4 , $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$, а также малорастворимый CaSO_4 . Чтобы можно было различить 10 выданных соединений, реактив должен давать характерную реакцию как минимум с 9-тью из них. Значит продукты должны отличаться не только по состоянию в растворе (газ, осадок), но и по цвету. Из возможных реактивов такое различие характерно только для соединений меди. Поэтому приходим к выводу, что мы должны синтезировать CuCl_2 или CuSO_4 . При этом CuCl_2 не позволит различить BaCl_2 и $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, а CuSO_4 – позволит. Окончательный вывод – мы должны синтезировать CuSO_4 .

Синтез реактива.

Сульфат меди (II) может быть получен путем взаимодействия двух из выданных вещества – основного карбоната меди и серной кислоты – по реакции:



Для этого добавим к раствору серной кислоты избыток основного карбоната меди. Наблюдаем выделение газа и растворение основного карбоната меди с образованием голубого раствора сульфата меди. После прекращения выделения газа сольем раствор с осадка.

Идентификация соединений.

Идентификацию соединений можно проводить в произвольном порядке. Для ее осуществления будем прибавлять по 1 – 2 капли реактива к 1 – 2 миллилитрам идентифицируемых растворов (недостаток реактива); там, где наблюдаемых при этом эффектов не достаточно для надежной идентификации (например, реакция с тиосульфатом), будем прибавлять к 1 – 2 миллилитрам реактива 1 – 2 капли анализируемого раствора (избыток реактива). Заполним таблицу:

№ пробирки	Наблюдения при добавлении реактива	Уравнение реакции	Идентифицированное соединение
1	Бурое окрашивание	$2\text{CuSO}_4 + 4\text{KI} \rightarrow 2\text{CuI}\downarrow + \text{I}_2 +$	KI

	раствора, выпадение белого осадка (цвет виден после отстаивания)	$2K_2SO_4$	
2	Выпадение синего осадка	$CuSO_4 + 2NaOH \rightarrow Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$	NaOH
3	Выпадение голубого осадка, через некоторое время наблюдаем медленное выделение газа (в виде пузырей в осадке, осадок всплывает)	$2CuSO_4 + 4NaHCO_3 \rightarrow Cu_2(OH)_2CO_3\downarrow + 2Na_2SO_4 + 3CO_2\uparrow + H_2O$	NaHCO ₃
4	Выпадение черного осадка	$CuSO_4 + Na_2S \rightarrow CuS\downarrow + Na_2SO_4$	Na ₂ S
5	При недостатке реактива – образование бесцветного раствора, при избытке – зеленого*	а) $2CuSO_4$ (недост.) + $6Na_2S_2O_3 \rightarrow 2Na_3[Cu(S_2O_3)_2]$ (бесцветный) + $Na_2S_4O_6$ + $2Na_2SO_4^{**}$ б) $CuSO_4$ (изб.) + $2Na_2S_2O_3$ $\rightarrow Na_2[Cu(S_2O_3)_2]$ (зеленый) + Na_2SO_4	Na ₂ S ₂ O ₃
6	Интенсивное зеленое окрашивание раствора	$CuSO_4 + 6NaNO_2 \rightarrow Na_4[Cu(NO_2)_6] + Na_2SO_4$	NaNO ₂
7	Выпадение обильного белого осадка	$CuSO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4\downarrow + CuCl_2$	BaCl ₂

8	Замедленное (через 10 – 15 мин) выпадение кристаллического осадка	$\text{CuSO}_4 + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CaSO}_4\downarrow + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
9	При недостатке реактива – интенсивное васильковое окрашивание, при избытке – выпадение голубого осадка*	а) CuSO_4 (недост.) + $4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ б) CuSO_4 (изб.) + $2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	NH_3
10	Появление василькового окрашивания и выпадение белого осадка	$\text{CuSO}_4 + 2[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 + 2\text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + 2(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$

* Допускается написание одного из двух уравнений

** Допускается также написание формул комплексных соединений

$\text{Na}_2[\text{Cu}_2(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$ и $\text{Na}_5[\text{Cu}(\text{S}_2\text{O}_3)_3]$.

Реактивы оборудование и методические указания (для организаторов).

Реактивы:

В пронумерованные пробирки помещают 5 % растворы KI, NaOH, NaHCO₃, Na₂S, Na₂S₂O₃, NaNO₂, BaCl₂, NH₃, [Zn(NH₃)₄]₂SO₄ (методику получения см. в разделе методические указания) и 20 % раствор Ca(NO₃)₂. По 5 мл каждого раствора на человека.

Также в подписанных бюксах выдаются твердые вещества CaCO₃, Cu₂(OH)₂CO₃ (при отсутствии в наличии см. методику получения в разделе методические указания), NaHCO₃ и ZnO (на 4 человека из расчета по 3 – 4 г на человека) и в склянках – 5 %-ные растворы H₂SO₄, HCl и NaOH (на 4 человека из расчета по 20 мл на человека).

Оборудование (на одного человека, если не указано иное):

Штатив с пробирками (10 пробирок с растворами и 10 чистых пробирок), 2 пипетки с резиновыми наконечниками, стакан на 50-100 мл с дистиллированной водой (для промывания пипеток), пустой стакан на 50 – 100 мл и стеклянная палочка для синтеза реактива, бюксы с твердыми веществами (1 шт.) и колбы для растворов реактивов (1 шт).

Методические указания:

После установления формулы реактива участник подходит к преподавателю и показывает формулу. Преподаватель извещает участника о правильности предположения. Если предположение правильное, участнику выставляется максимальный балл в соответствии с п. 1 системы оценивания; в случае неправильного предположения участник по этой позиции получает 0 баллов, при этом ему сообщают правильную формулу реактива.

Участников желательно предупредить, что в случае необходимости они могут вымыть использованные пробирки водопроводной водой, после чего обязательно ополоснуть их дистиллированной (емкости с дистиллированной водой следует разместить возле раковины).

Также желательно проинформировать школьников о том, что выданный им стакан с дистиллированной водой необходим для промывания пипетки. Соответствующую этикетку можно наклеить непосредственно на стакан.

Раствор $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ готовят путем прибавления концентрированного раствора аммиака к 5 %-ному раствору сульфата цинка. Выделяющийся после прибавления первых порций аммиака осадок гидроксида цинка растворяют в избытке аммиака. Однако не следует допускать большого избытка последнего. Поэтому не нужно добиваться полного растворения осадка. После растворения основной массы осадка суспензию разделить отстаиванием, затем слить прозрачную надосадочную жидкость и использовать в задаче. Участникам следует выдавать свежеприготовленный раствор.

При отсутствии в наличии основного карбоната меди (патины), он может быть получен по следующей методике:

В фарфоровой ступке равномерно смешивают 125 г тонко растертой сухой соли $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ и 95 г тонко растертого сухого NaHCO_3 . Полученную смесь вносят небольшими порциями при быстром перемешивании в 1 л кипящей воды, находящейся в стакане емкостью 2 л. В результате выделения CO_2 раствор вспенивается. Очередную порцию смеси вносят лишь после того, как поверхность воды освободится от пены. В конце реакции смесь кипятят 10 – 15 мин. Получается быстро оседающая суспензия основного карбоната меди.

После отстаивания осадок промывают водой декантацией до отрицательной реакции промывных вод на SO_4^{2-} (проба с раствором BaCl_2), затем отсасывают на воронке Бюхнера. Препарат сушат сначала между листами фильтровальной бумаги, затем при $80 - 100^\circ\text{C}$.

Выход: 48 – 50 г.

Система оценивания.

- | | |
|---|------|
| 1. Правильность установления реактива для идентификации соединений (баллы выставляются сразу же после сообщения участником формулы реактива) | 4 б |
| 2. Запись методики синтеза реактива и наблюдений при синтезе | 2 б |
| 3. Уравнение синтеза реактива | 2 б |
| 4. Фиксирование наблюдений при идентификации соединений | 2 б |
| 5. Правильность идентификации соединений (по 1 б за каждое соединение) | 10 б |
| 6. Уравнения реакций идентификации (по 1 б за каждое уравнение), (если приведено несколько уравнений, например, при избытке и недостатке реактива – считать как одно) | 10 б |
| Итого: | 30 б |

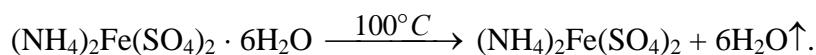
Одиннадцатый класс

Автор – Ильин М.А.

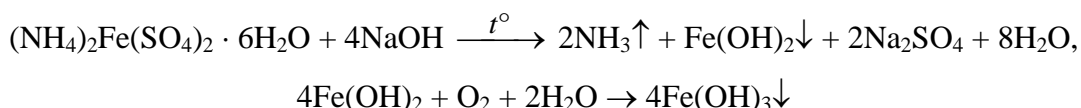
Опыт 1.

Соль Мора – $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

а) При нагревании (при $\sim 100^\circ\text{C}$) твердой соли Мора в сухой пробирке молекулы кристаллизационной воды отщепляются, и конденсируется в виде капель на холодных стенках пробирки:

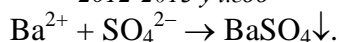


б) При взаимодействии соли Мора с раствором щелочи при небольшом нагревании по появлению малиновой окраски влажной фенолфталеиновой бумаги можно обнаружить выделение аммиака. При этом в пробирке образуется гидроксид железа(II), который быстро (особенно при нагревании) окисляется до гидроксида железа(III) – цвет осадка постепенно меняется с грязно-зеленого (с синеватым оттенком) до темно-бурого:



(вместо образования $\text{Fe}(\text{OH})_3$ в качестве верного ответа принимается образование $\text{FeO}(\text{OH})$).

в) Обнаружить присутствие сульфат-ионов в растворе соли Мора можно с помощью реакции образования нерастворимого белого осадка BaSO_4 :



Опыт 2.

При взаимодействии NaNO_2 и $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ с раствором серной кислоты при комнатной температуре не образуются соответствующие кислоты ввиду их неустойчивости:



(наблюдается выделение бурого газа)



(наблюдается образование светло-желтого осадка и выделение газа с резким запахом)

Опыт 3.

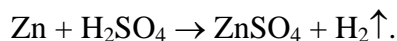
В случае с обеими кислотами в первый момент наблюдается довольно бурное выделение углекислого газа:



Однако в пробирке с серной кислотой через некоторое время интенсивность газовыделения резко падает. Это обусловлено образованием на поверхности кристаллов CaCO_3 малорастворимого сульфата кальция, который препятствует дальнейшему взаимодействию H_2SO_4 и CaCO_3 .

Опыт 4.

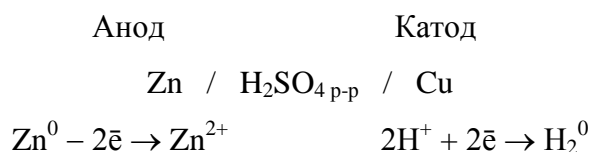
При взаимодействии цинка с серной кислотой выделяется водород:



В случае нагретого раствора интенсивность выделения H_2 заметно выше, поскольку при повышении температуры скорость протекания большинства реакций выше (вспомните эмпирическое правило Вант-Гоффа, согласно которому при повышении температуры на каждые 10° скорость большинства реакций увеличивается в среднем в 2-4 раза; в качестве более строгого объяснения можно также привести зависимость константы скорости от температуры – уравнение Аррениуса $k = k_0 \cdot e^{-\frac{E_A}{RT}}$).

Опыт 5.

При соприкосновении медной проволоки с цинковой гранулой, помещенной в раствор серной кислоты, образуется гальваническая пара, в которой цинк является анодом, а медь – катодом:



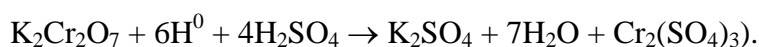
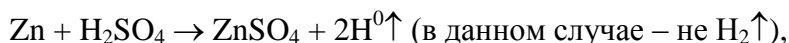
При этом цинковый анод постепенно растворяется и катионы Zn^{2+} переходят в раствор, а на медном катоде происходит восстановление частиц H^+ , вследствие чего на медной проволоке появляются пузырьки H_2 .

Опыт 6.

Зеленая окраска раствора, образовавшегося при взаимодействии $K_2Cr_2O_7$ с цинком в присутствии серной кислоты («водород в момент выделения») обусловлена присутствием гидратированных ионов Cr^{3+} :



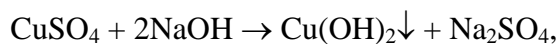
(допускается также описание этого процесса в виде:



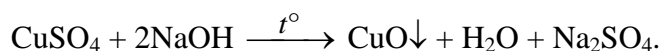
Если проводить восстановление дихромат-иона молекулярным водородом H_2 (например, из баллона) смены оранжевой окраски раствора наблюдаться не будет, поскольку молекулярный водород обладает заметно меньшей восстановительной активностью, чем «водород в момент выделения» ($Zn + H_2SO_{4 \text{ р-р}}$).

Опыт 7.

Гидроксид меди(II) – термически нестабильный гидроксид, который уже при 60-70 °С разлагается. В случае использования горячего раствора щелочи образуется CuO , а не $Cu(OH)_2$:



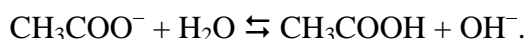
(образуется голубовато-синий осадок)



(образуется черный осадок)

Опыт 8.

В водном растворе ацетат натрия подвержен частичному гидролизу:

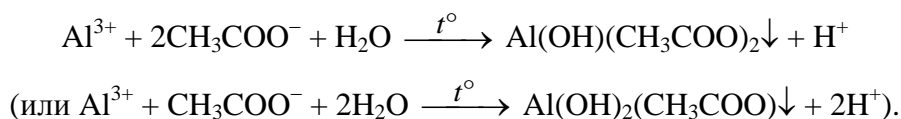


При нагревании степень гидролиза увеличивается, поэтому добавленный к раствору фенолфталеин приобретает светло-малиновую окраску. Охлаждение раствора приводит к уменьшению степени гидролиза и ослаблению интенсивности окраски индикатора (раствор практически бесцветный).

Опыт 9.

В водном растворе соли алюминия подвержены частичному гидролизу по катиону, однако выпадение основных солей при этом не наблюдается и растворы остаются прозрачными. Добавление раствора ацетата натрия (который гидролизует по аниону) при

нагревании приводит к смещению равновесия гидролиза солей алюминия и наблюдается выпадение белых оснóвных солей:



(возможно образование аналогичных по составу оснóвных хлоридов алюминия; образование $\text{Al}(\text{OH})_3$ в данном случае маловероятно, поскольку уксусная кислота не является настолько слабой кислотой, чтобы протекал полный гидролиз).

Опыт 10.

При нагревании солей аммония с растворами карбонатов щелочных металлов выделяется аммиак (влажная фенолфталеиновая бумага при этом становится малиновой):

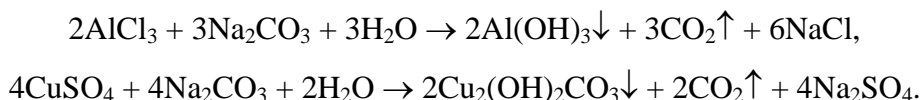


или



Опыт 11.

При взаимодействии раствора карбоната натрия с растворами солей алюминия вследствие протекания полного гидролиза образуется белый студенистый осадок $\text{Al}(\text{OH})_3$, а при взаимодействии Na_2CO_3 с растворами солей меди вследствие частичного гидролиза образуется плохо растворимый голубовато-зеленый оснóвный карбонат меди(II):

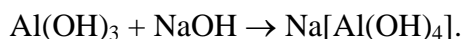


Опыт 12.

При добавлении по каплям раствора щелочи к раствору соли алюминия сначала образуется белый студенистый осадок:

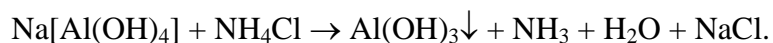


Добавление избытка раствора щелочи приводит к растворению $\text{Al}(\text{OH})_3$ и образованию бесцветного раствора:



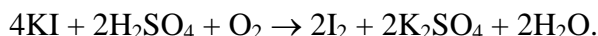
(допускается написание образования $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ или $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]$)

При добавлении к полученному бесцветному раствору твердого NH_4Cl вновь наблюдается выпадение осадка $\text{Al}(\text{OH})_3$:

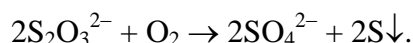
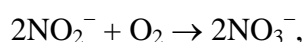
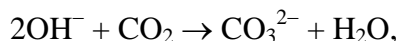


Опыт 13.

При хранении раствора иодида калия на воздухе (особенно в кислой среде) происходит его медленное окисление и спустя некоторое время появляется слабо-желтая окраска:

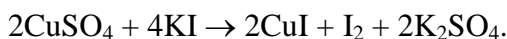


Из предложенного списка веществ, помимо KI, долгое время на воздухе нельзя хранить растворы: NaOH (вследствие поглощения CO₂ из воздуха), Na₂CO₃ (вследствие поглощения CO₂ из воздуха), NaNO₂ (вследствие окисления), соль Мора (вследствие окисления ионов Fe(II)), Na₂S₂O₃ (вследствие окисления).

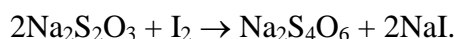


Опыт 14.

При взаимодействии раствора соли меди(II) с раствором иодида калия образуется осадок CuI, а раствор при этом окрашивается в темно-коричневый цвет за счет образования I₂:



Раствор тиосульфата натрия обесцвечивает раствор I₂ (эта реакция используется в количественном анализе при иодометрическом титровании):



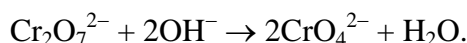
Избыток раствора тиосульфата натрия взаимодействует с осадком CuI с образованием бесцветного раствора тиосульфатного комплекса меди(I):



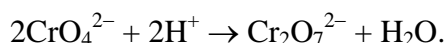
(допускается также написание Na₂[Cu₂(S₂O₃)₂] и Na₅[Cu(S₂O₃)₃])

Опыт 15.

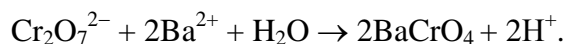
а) В щелочной среде дихромат-ион в водном растворе превращается в желтый хромат-ион:



Подкисление образовавшегося желтого раствора, содержащего хромат-ионы, приводит вновь к образованию оранжевого раствора:



б) При добавлении раствора соли бария к раствору дихромата калия образуется желтый осадок хромата бария:



Список реактивов и оборудования, необходимых для проведения

ОПЫТОВ.

Концентрации всех используемых растворов ориентировочная (не требуется определения точной концентрации).

№	Наименование реактива	Количество на 1 учащегося	Примечание
1	Кусочек школьного мела (такого размера, чтобы кусочек помещался в пробирку (~0,5 × 0,5 см))	2 кусочка	На 3-4 учащихся выдается широкогорлая склянка, содержащая 6-8 кусочков мела (к склянке прилагается пинцет)
2	Цинк (гранулы)	2 гранулы	На 3-4 учащихся выдается широкогорлая склянка, содержащая 6-8 гранул (к склянке прилагается пинцет)
3	Медная проволока (длина ~20 см, диаметр 2-3 мм)	1 шт.	Выдается каждому учащемуся <i>медная проволока должна быть очищена от изоляции или лакового покрытия¹</i>
4	Хлорид аммония (твердый)	1-2 г	На 3-4 учащихся выдается склянка, содержащая 6-8 г NH ₄ Cl (к склянке прилагается шпатель (металлический, пластиковый или стеклянный))
5	Соль Мора (твердая)	2-3 г	На 3-4 учащихся выдается склянка, содержащая 9-12 г (NH ₄) ₂ Fe(SO ₄) ₂ · 6H ₂ O (к склянке прилагается шпатель (металлический, пластиковый или стеклянный))
6	~0,1 М водный раствор любой растворимой соли алюминия (например,	2-3 мл	На 3-4 учащихся выдается склянка, содержащая ~15 мл раствора (склянка должна быть снабжена глазной пипеткой)

¹ Лаковое покрытие на проволоке можно удалить, если ее сначала нагреть в пламени горелки или спиртовки, а затем очистить поверхность от черного налета с помощью наждачной бумаги.

	AlCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ или $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$)		(или другим дозатором капель))
7	~0,1 М водный раствор любой растворимой соли бария (например, BaCl_2 или $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$)	2-3 мл	На 3-4 учащихся выдается склянка, содержащая ~15 мл раствора (склянка должна быть снабжена глазной пипеткой (или другим дозатором капель))
8	~0,1 М водный раствор дихромата калия	3-4 мл	На 3-4 учащихся выдается склянка, содержащая ~20 мл раствора (склянка должна быть снабжена глазной пипеткой (или другим дозатором капель))
9	~0,1 М водный раствор любой растворимой соли меди (например, CuSO_4 , CuCl_2 или $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$)	3-4 мл	На 3-4 учащихся выдается склянка, содержащая ~20 мл раствора (склянка должна быть снабжена глазной пипеткой (или другим дозатором капель))
10	~1 М водный раствор уксусной кислоты	1-2 мл	На 3-4 учащихся выдается склянка, содержащая ~10 мл кислоты (склянка должна быть снабжена глазной пипеткой (или другим дозатором капель))
11	~1 М водный раствор ацетата натрия или калия	2-3 мл	На 3-4 учащихся выдается склянка, содержащая ~15 мл раствора (склянка должна быть снабжена глазной пипеткой (или другим дозатором капель))
12	~4 М водный раствор серной кислоты	10-12 мл	На 3-4 учащихся выдается склянка, содержащая ~50 мл кислоты (склянка должна быть снабжена глазной пипеткой (или другим дозатором капель))
13	1 %-ный спиртовой раствор фенолфталеина	3-4 капли	Выдается 1 склянка на 10-15 учащихся (склянка должна быть снабжена глазной пипеткой (или другим дозатором капель))
14	~0,1 М водный раствор карбоната натрия или калия (раствор приготовить не ранее, чем за 1 день до проведения	3-4 мл	На 3-4 учащихся выдается склянка, содержащая ~20 мл раствора (склянка должна быть снабжена глазной пипеткой (или другим дозатором капель))

	эксперимента и хранить в закрытой склянке)		
15	~0,5 М водный раствор иодида калия или натрия (раствор приготовить не ранее, чем за 1 день до проведения эксперимента и хранить в закрытой склянке))	2-3 мл	На 3-4 учащихся выдается склянка, содержащая ~15 мл раствора (склянка должна быть снабжена глазной пипеткой (или другим дозатором капель))
16	~0,5 М водный раствор тиосульфата натрия (раствор приготовить не ранее, чем за 1 день до проведения эксперимента и хранить в закрытой склянке)	3-4 мл	На 3-4 учащихся выдается склянка, содержащая ~20 мл раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (склянка должна быть снабжена глазной пипеткой (или другим дозатором капель))
17	~0,5 М водный раствор гидроксида натрия или калия (раствор приготовить не ранее, чем за 1 день до проведения эксперимента и хранить в закрытой склянке)	5-6 мл	На 3-4 учащихся выдается склянка, содержащая ~30 мл раствора (склянка должна быть снабжена глазной пипеткой (или другим дозатором капель))
18	~1 М водный раствор нитрита натрия или калия (раствор приготовить не ранее, чем за 1 день до проведения эксперимента и хранить в закрытой склянке)	2-3 мл	На 3-4 учащихся выдается склянка, содержащая ~15 мл раствора (склянка должна быть снабжена глазной пипеткой (или другим дозатором капель))
19	Фильтровальная бумага (небольшого размера, ~5 × 5 см)	3-4 шт.	Выдается каждому учащемуся
20	Дистиллированная вода	В объеме,	Содержится в склянке большого объема (как

		необходимом для ополаскивания посуды и растворения небольших порций твердых веществ	правило, 1-2 склянки на лабораторию)
--	--	---	--------------------------------------

№	Наименование оборудования	Примечание
1	Штатив с 10 чистыми и сухими пробирками	1 набор на 1 учащегося (выдается каждому)
2	Нагревательное оборудование (электроплитка, спиртовка или горелка)	1 шт. на 2-3 учащихся
3	Пробиркодержатель	1 шт. на 2-3 учащихся; необходим для закрепления пробирки, в которой нагревается небольшое количество вещества (проведение качественного эксперимента)
4	Склянка с надписью «Слив хрома»	1 шт. на 5-7 учащихся
5	Пинцет	2 шт. на 3-4 учащихся
6	Шпатель	2 шт. на 3-4 учащихся
7	Пипетка глазная	12 шт. на 3-4 учащихся

Система оценивания.

Техника проведения эксперимента

1 балл

Опыт 1.

Формула соли Мора

0,5 балла

а) Состав конденсата

0,5 балла

Уравнение реакции

0,5 балла

б) Наблюдения

0,5 балла

Уравнения реакций (0,5 × 2)

1 балл

в) Наблюдения	0,5 балла
Уравнение реакции	0,5 балла
Всего за опыт 1	4 балла
<u>Опыт 2.</u>	
Наблюдения	0,5 балла
Уравнения реакций (0,5 × 2)	1 балл
Всего за опыт 2	1,5 балла
<u>Опыт 3.</u>	
Наблюдения (интенсивность выделения газа)	0,5 балла
Уравнения реакций (0,5 × 2)	1 балл
Объяснение	0,5 балла
Всего за опыт 3	2 балла
<u>Опыт 4.</u>	
Наблюдения (интенсивность выделения газа)	0,5 балла
Уравнение реакции	0,5 балла
Объяснение	0,5 балла
Всего за опыт 4	1,5 балла
<u>Опыт 5.</u>	
Наблюдения	0,5 балла
Объяснение (образование гальванической пары)	0,5 балла
Уравнения процессов на электродах (0,5 × 2)	1 балл
Всего за опыт 5	2 балла
<u>Опыт 6.</u>	
Наблюдения	0,5 балла
Уравнение реакции (суммарное или два постадийных процесса)	0,5 балла
Невозможность восстановления с помощью H ₂ (с объяснением)	0,5 балла
Всего за опыт 6	1,5 балла
<u>Опыт 7.</u>	
Наблюдения (цвета осадков)	0,5 балла
Уравнения реакций (0,5 × 2)	1 балл
Всего за опыт 7	1,5 балла
<u>Опыт 8.</u>	
Наблюдения	0,5 балла
Уравнение реакции гидролиза	0,5 балла

Объяснение (увеличение степени гидролиза) 0,5 балла

Всего за опыт 8 1,5 балла

Опыт 9.

Наблюдения 0,5 балла

Уравнение реакции 0,5 балла

Всего за опыт 9 1 балл

Опыт 10.

Наблюдения (окраска фенолфталеиновой бумаги) 0,5 балла

Уравнение реакции 0,5 балла

Всего за опыт 10 1 балл

Опыт 11.

Наблюдения (образование осадков с указанием их цветов) 0,5 балла

Уравнения реакций (0,5 × 2) 1 балл

Всего за опыт 11 1,5 балла

Опыт 12.

Наблюдения 0,5 балла

Уравнения реакций (0,5 × 3) 1,5 балла

Всего за опыт 12 2 балла

Опыт 13.

Наблюдения 0,5 балла

Уравнение реакции окисления KI в кислой среде 0,5 балла

Указание «портящихся» растворов с соответствующими уравнениями реакций (0,5 × 5)
2,5 балла

(если указаны все «портящиеся» растворы, но нет необходимых уравнений реакций ставится
1 балл; если указаны все «портящиеся» растворы и приведено более половины (3 из 5)
уравнений ставится 2 балла)

Всего за опыт 13 3,5 балла

Опыт 14.

Наблюдения 0,5 балла

Уравнения реакций (0,5 × 3) 1,5 балла

Всего за опыт 14 2 балла

Опыт 15.

a) Наблюдения 0,5 балла

Уравнения реакций (0,5 × 2) 1 балл

б) Наблюдения	0,5 балла
Уравнение реакции	0,5 балла
<i>Всего за опыт 15</i>	<i>2,5 балла</i>
Итого за экспериментальный тур (максимальный балл)	30 баллов