

Рекомендации по подготовке учащихся к выполнению заданий высокого уровня сложности ЕГЭ по химии

*Стаханова Светлана Владленовна,
к.х.н., доцент НИТУ «МИСиС», член ФКР КИМ ЕГЭ по химии,
stakhanovasv@gmail.com*

*Свириденкова Наталья Васильевна,
к.х.н., доцент НИТУ «МИСиС», член ФКР КИМ ЕГЭ по химии,
natalia_sviridenkova@rambler.ru*

Задания 30 и 31

Задания 30 и 31. Реакции окислительно-восстановительные. Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена.

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ:

перманганат калия, гидрокарбонат калия, сульфит натрия, сульфат бария, гидроксид калия. Допустимо использование водных растворов этих веществ.

30

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми может протекать окислительно-восстановительная реакция. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель в этой реакции.

31

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми может протекать реакция ионного обмена. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионное уравнения только одной из возможных реакций.

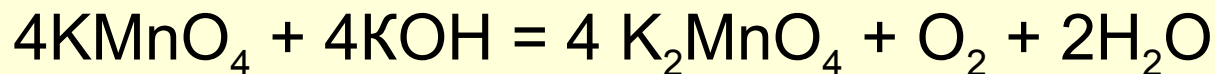
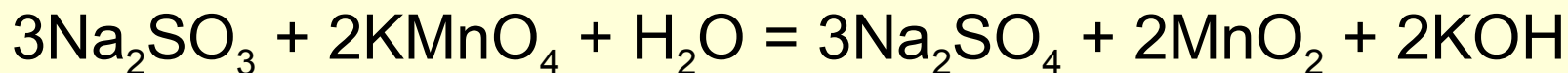
Критерии оценивания задания 30

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{KOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $\begin{array}{l} 2 \mid \text{Mn}^{+7} + \bar{e} \rightarrow \text{Mn}^{+6} \\ 1 \mid \text{S}^{+4} - 2\bar{e} \rightarrow \text{S}^{+6} \end{array}$ Сера в степени окисления +4 (или сульфит натрия) является восстановителем. Марганец в степени окисления +7 (или перманганат калия) – окислителем.	
Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы: • выбраны вещества, и записано уравнение окислительно-восстановительной реакции; • составлен электронный баланс, указаны окислитель и восстановитель	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	
	2

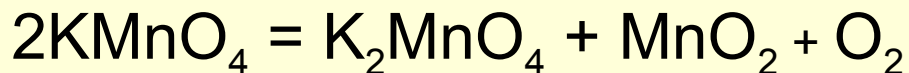
Задание 30

Содержание условий заданий с развернутым ответом во многих случаях может ориентировать экзаменуемых на использование различных способов их выполнения.

Возможные варианты ответа:



Не соответствует условию задания:



Экзаменуемый должен привести уравнение только одной реакции!

Подходы к оцениванию задания 30

Шкала оценивания заданий 30 включает следующие элементы:

Элемент 1: выбраны вещества, и записано уравнение окислительно-восстановительной реакции - 1 балл;

Элемент 2: составлен электронный баланс, указаны окислитель и восстановитель – 1 балл

Элемент 1. Записано уравнение реакции (1 балл):

- выбраны окислитель и восстановитель;
- записаны продукты ОВР с учетом представлений об относительной устойчивости степеней окисления элементов, характера среды (кислой, нейтральной или щелочной), других условий протекания реакции;
- расставлены все коэффициенты (допустимо использование дробных и удвоенных коэффициентов)

Подготовка к выполнению задания 30: выбор окислителя и восстановителя

Важнейшие окислители:

Cl₂, Br₂, HNO₃, H₂SO₄(конц.), KMnO₄, MnO₂, K₂Cr₂O₇,
K₂CrO₄, KClO, KClO₃, H₂O₂, (O₂, соединения Fe(III))

Важнейшие восстановители:

металлы, неметаллы: S, P, C;

сульфиды, иодиды, бромиды, а также H₂S, HI, HBr, HCl,
NH₃, PH₃;

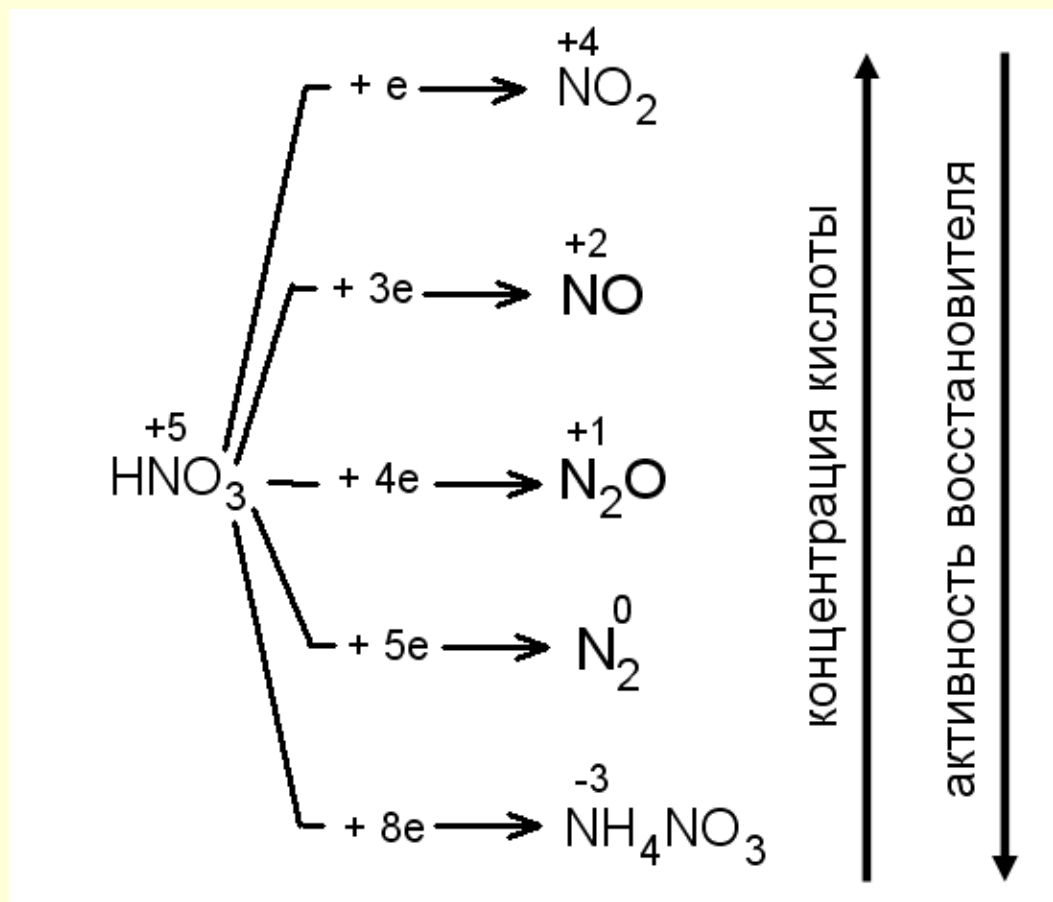
нитриты, сульфиты, соединения Fe(II), Cr(III)

(H₂, C, CO, соединения Cr(II), Cu(I), H₂O₂)

Подготовка к выполнению задания 30: запись продуктов ОВР

Важнейшие окислители:

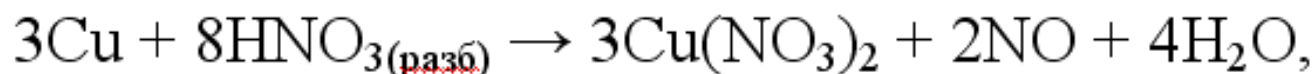
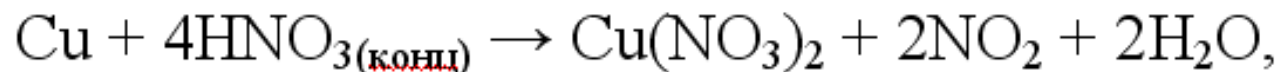
азотная кислота



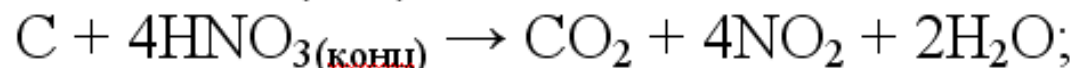
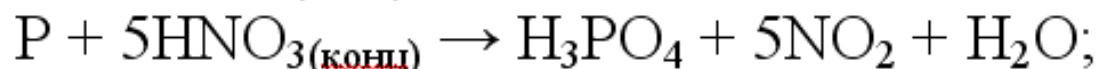
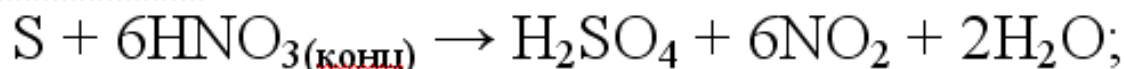
Подготовка к выполнению задания 30

Важнейшие окислители

Азотная кислота – примеры реакций:



Концентрированная HNO_3 окисляет неметаллы до высших кислот:



можно так:

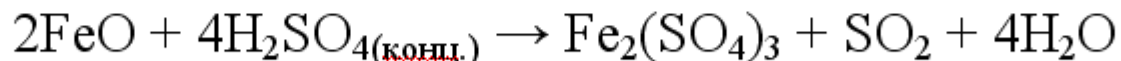
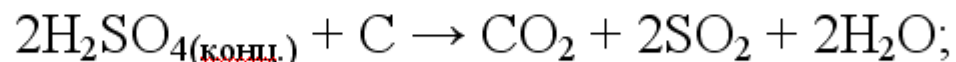


Подготовка к выполнению задания 30

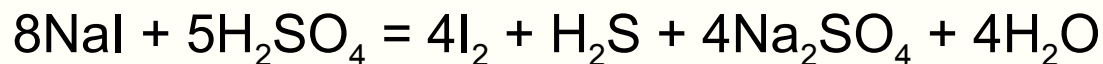
Важнейшие окислители:

концентрированная серная кислота

Чаще всего продуктом восстановления серной кислоты является SO_2 .

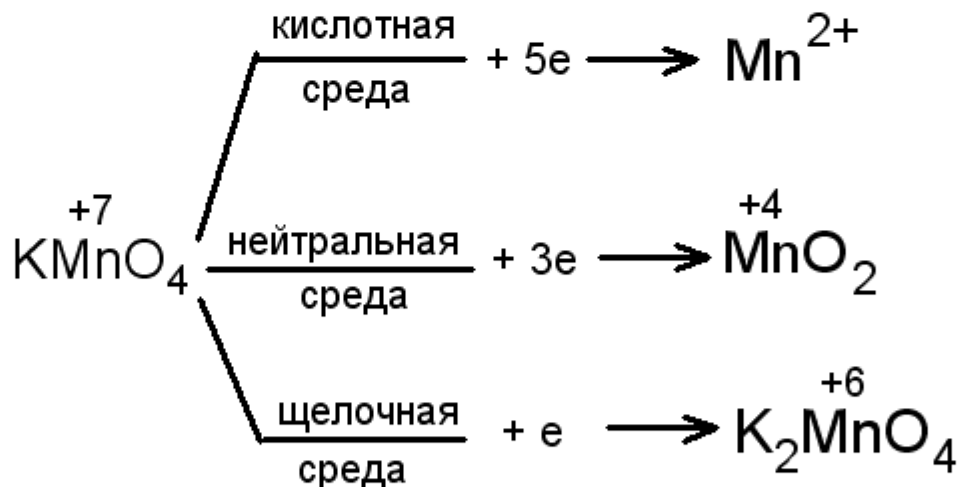


При использовании сильных восстановителей (активных металлов, бромидов, иодидов) возможна запись S и H_2S в качестве продуктов восстановления H_2SO_4 , например:

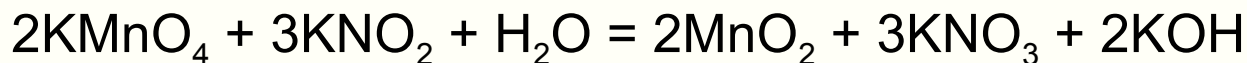


Подготовка к выполнению задания 30

Перманганат калия и оксид марганца(IV)



**Обратить
внимание на
характер среды!**

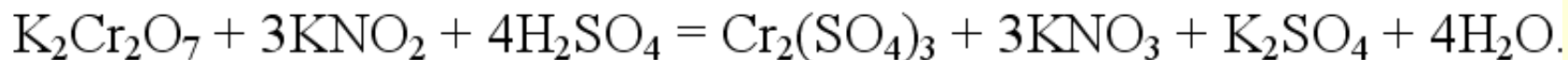


MnO_2 обычно используют в кислой среде:



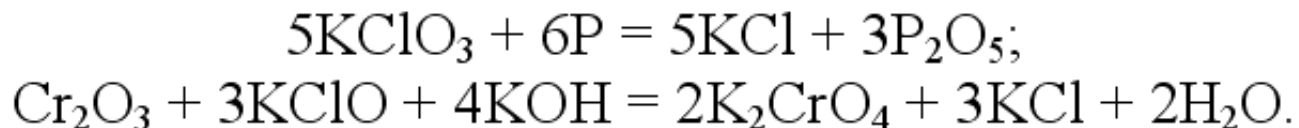
Подготовка к выполнению задания 30

Хроматы и дихроматы чаще используют в кислой среде, восстановление протекает до соединений Cr(III):



Важно, чтобы продукты реакции были выбраны с учетом характера среды!

При использовании кислородсодержащих соединений хлора в качестве окислителей атомы галогенов восстанавливаются до устойчивой степени окисления -1:



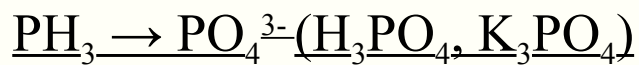
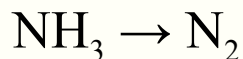
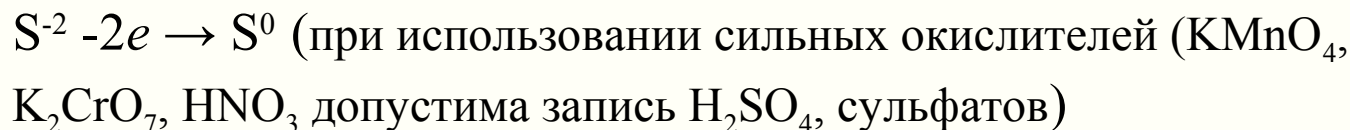
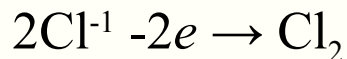
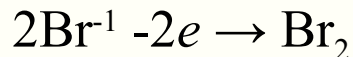
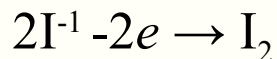
* Экзаменуемый должен знать названия кислородсодержащих солей и кислот хлора: гипохлориты, хлориты, хлораты, перхлораты...

Подготовка к выполнению задания 30

Важнейшие восстановители и продукты их окисления

Сложные вещества, содержащие атом в низшей степени окисления: HI, KI, H₂S, Na₂S, NH₃, PH₃ и т.п.

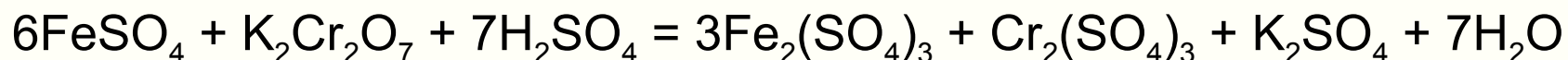
Как правило, образуются следующие продукты их окисления:



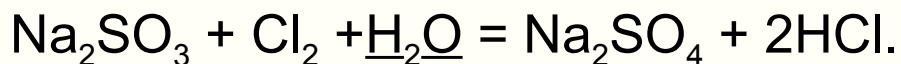
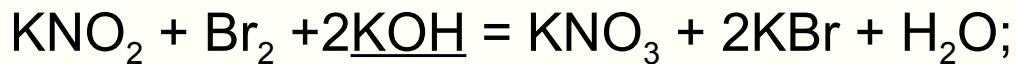
Подготовка к выполнению задания 30

Важнейшие восстановители и продукты их окисления

Сложные вещества, содержащие **катионы металлов**, заряд которых может возрасти, например, Fe^{2+} , соединения меди(I), соединения хрома(III):



Сульфиты, нитриты:



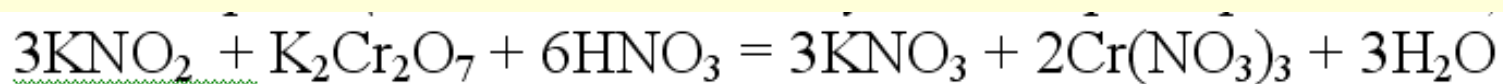
**Обратить
внимание на
характер среды!**

Подходы к выполнению задания 30, пример 1

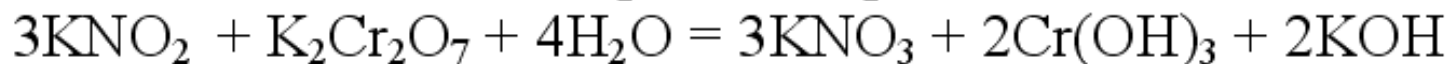


Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: нитрит калия, нитрат натрия, азотная кислота, дихромат калия, ацетат натрия. Допустимо использование водных растворов указанных веществ.

1. Находим среди предложенных в перечне веществ типичный окислитель и типичный восстановитель: $K_2Cr_2O_7$, KNO_2
2. Выбираем характер среды: в данном примере можно использовать как нейтральную, так и кислотную (HNO_3) среду
3. Составляем уравнение реакции – достаточно одного!



или



4. Составляем электронный баланс, указываем окислитель и восстановитель

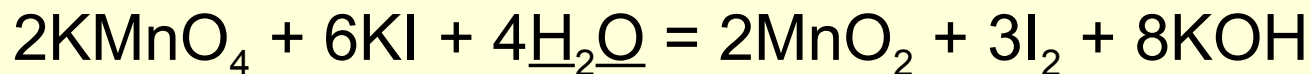
Подходы к выполнению задания 30, пример 2

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: перманганат калия, иодид калия, фторид серебра, ацетат кальция, сульфат бария. Допустимо использование водных растворов веществ.

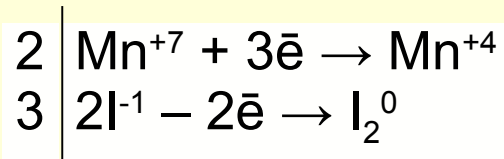
1. Находим среди предложенных в перечне веществ типичный окислитель и типичный восстановитель: KMnO_4 , KI

2. Выбираем характер среды: в данном примере можно использовать только нейтральную среду

3. Составляем уравнение реакции – достаточно одного!



4. Составляем электронный баланс, указываем окислитель и восстановитель



KMnO_4 – окислитель, KI – восстановитель

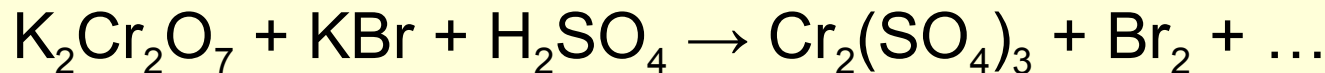
Подходы к оцениванию задания 30

Элемент 2: составлен электронный баланс, указаны окислитель и восстановитель – 1 балл

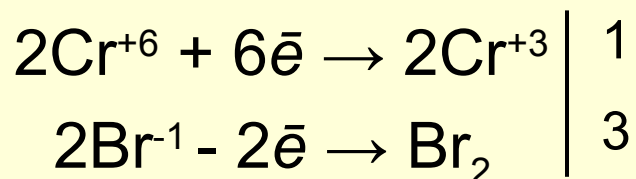
- При оценивании ответа экзаменуемого необходимо учитывать, что единых требований к оформлению ответа на это задание не предъявляется.
- В качестве верного ответа принимается составление как электронного, так и электронно-ионного баланса.
- Указание окислителя и восстановителя может быть сделано любыми однозначно понятными способами.
- Тем не менее, если в ответе содержатся взаимоисключающие по смыслу элементы ответа, то они не могут считаться верными (например, экзаменуемым указаны условия проведения реакции, а продукты реакции им не соответствуют)

Подготовка к выполнению задания 30

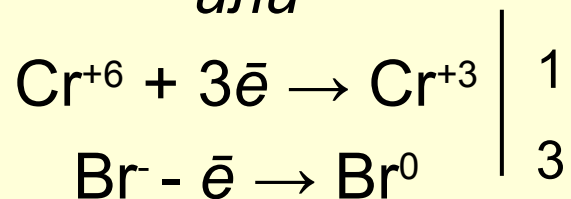
Запись электронного баланса



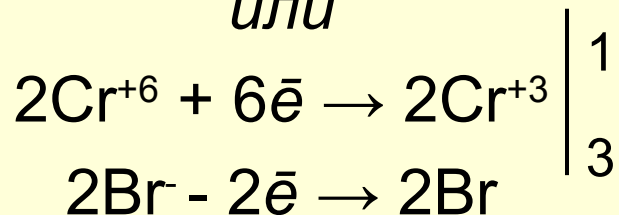
*Допустимы
записи:*



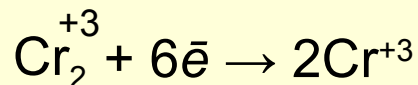
или



или



Недопустима запись:



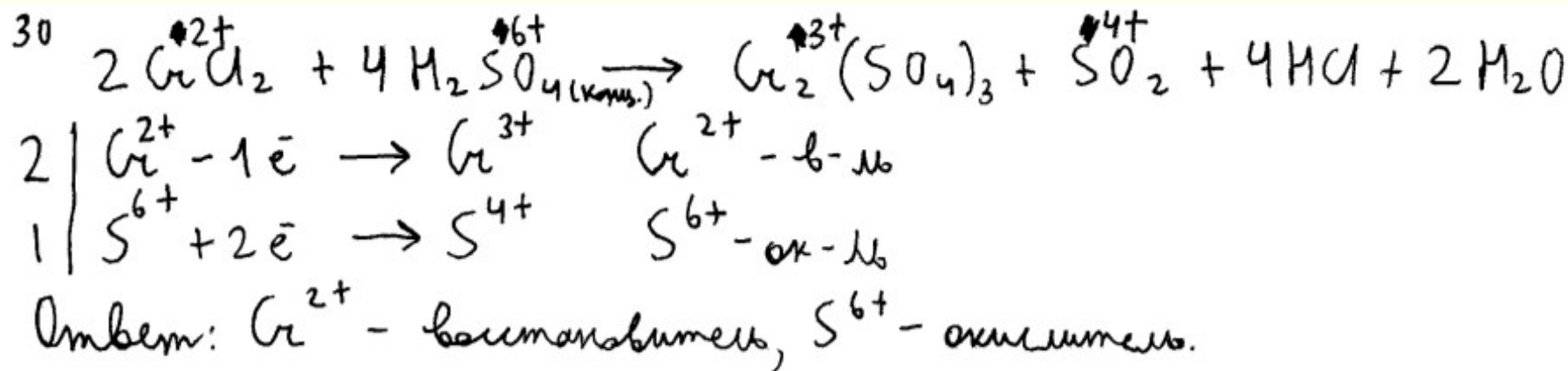
*Количество
принятых и
отданных
электронов
может быть
указано над
стрелкой.*

Подготовка к выполнению задания 30

Запись электронного баланса

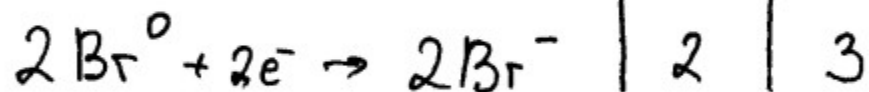
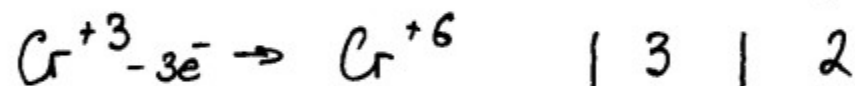
Такие обозначения степеней окисления как N^{5+} и N^{4+} (сначала цифра, затем знак) считаются неверными.

Исключение: у одноатомных ионов степень окисления равна заряду иона, поэтому такую как запись как $Mg^{2+} + 2e = Mg^0$ следует считать верной (можно рассматривать как элемент электронно-ионного баланса);



1 балл, верно составлено уравнение реакции, запись электронного баланса содержит ошибки

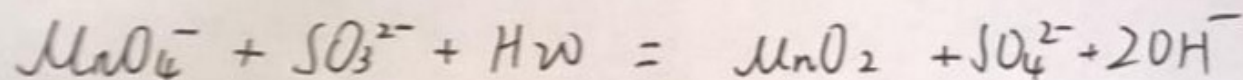
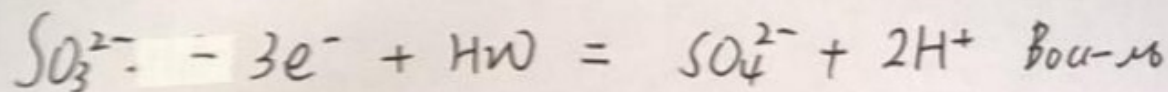
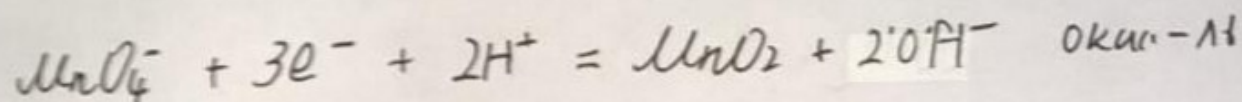
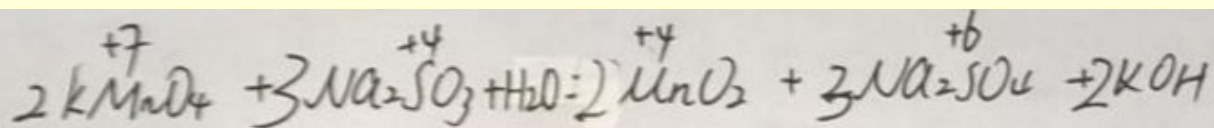
Задание 30. Примеры работ учащихся



$\text{Cr}(\text{OH})_3$ - восстановитель

Br_2 - окислитель

Задание выполнено полностью правильно. Оценка: 2 балла



Оценка: 1 балл, верно составлено уравнение реакции, запись электронного-ионного баланса содержит ошибки

Задание 31

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ:

перманганат калия, гидрокарбонат калия, сульфит натрия, сульфат бария, гидроксид калия. Допустимо использование водных растворов этих веществ.

31

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми может протекать реакция ионного обмена. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионное уравнения только одной из возможных реакций.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Вариант ответа: $\text{KHCO}_3 + \text{KOH} = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{K}^+ + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = 2\text{K}^+ + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$	
Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы: • выбраны вещества, и записано молекулярное уравнение реакции ионного обмена; • записаны полное и сокращённое ионное уравнения реакций	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	2

Задание 31

Реакции в растворах электролитов идут практически до конца в том случае, если происходит связывание исходных ионов с образованием:

- слабого электролита,
- осадка малорастворимого вещества,
- газообразного продукта.

Ионные уравнения реакций отражают суть тех изменений, которые происходят при взаимодействии веществ – электролитов.

В ионном уравнении реакции хорошо растворимые сильные электролиты записывают в виде соответствующих ионов, а слабые электролиты, нерастворимые вещества и газы – в молекулярном виде.

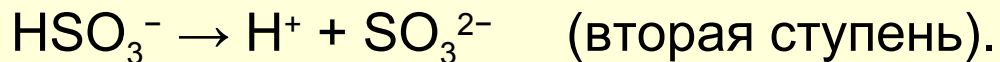
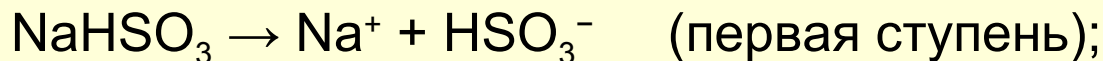
В сокращённом ионном уравнении дробные или удвоенные коэффициенты не допускаются.

Слабый электролит	α , % (C = 0,1M)
H ₂ SO ₃	20
HF	8
HNO ₂	4
NH ₃ ·H ₂ O	1,4
CH ₃ COOH	1,4
H ₂ CO ₃	0.2
H ₂ S	0,07

Задание 31

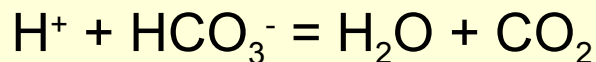
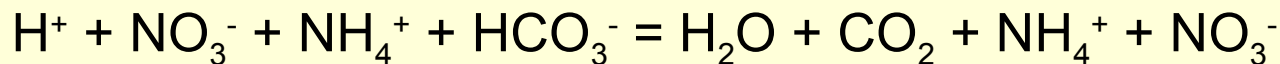
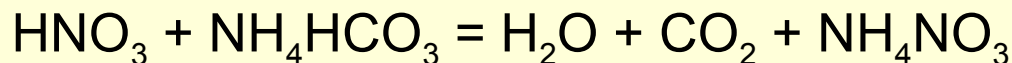
- Если в качестве одного из исходных веществ выбрана **соль**, то она должна быть растворима в воде (исключение – взаимодействие нерастворимых карбонатов с кислотами).

- **Кислые соли** диссоциируют ступенчато:



В ионном уравнении используется записи типа: $\text{Na}^+ + \text{HSO}_3^-$

Пример: взаимодействие азотной кислоты и гидрокарбоната аммония

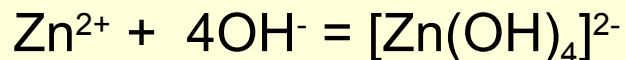
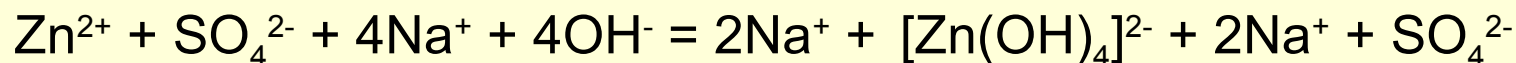
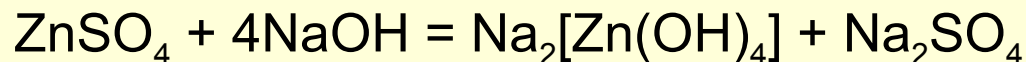


Примечание: В случае H_3PO_4 в ионном уравнении возможны записи

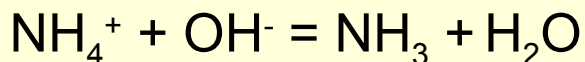
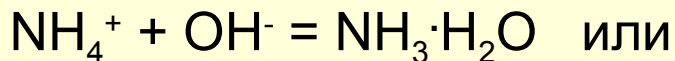
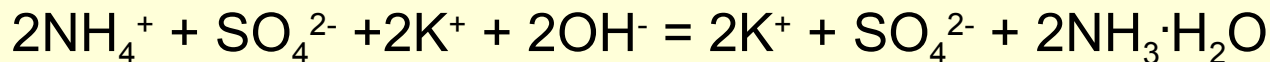
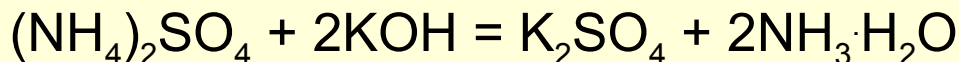
как $\text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$, так и H_3PO_4

Задание 31

• **Реакции образования гидроксокомплексов** при взаимодействии растворов щелочей и растворимых солей цинка и алюминия также можно отнести к реакциям ионного обмена:



• При взаимодействии **солей аммония** со щелочами допустимы записи $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$, например:



Задание 31

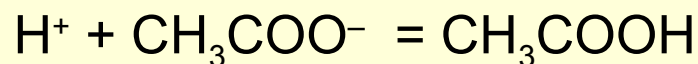
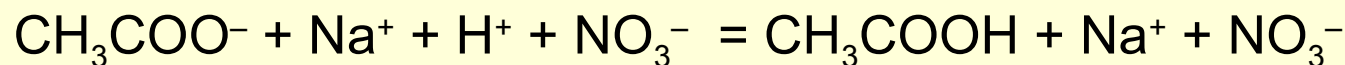
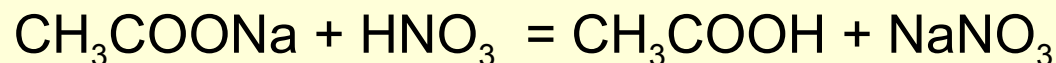
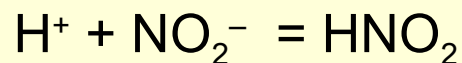
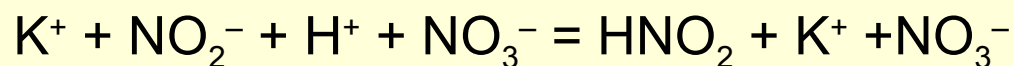
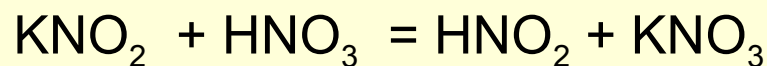
Образование слабых кислот в качестве продуктов:



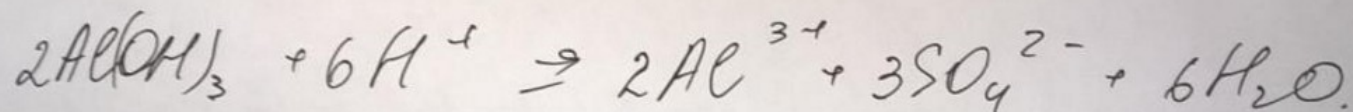
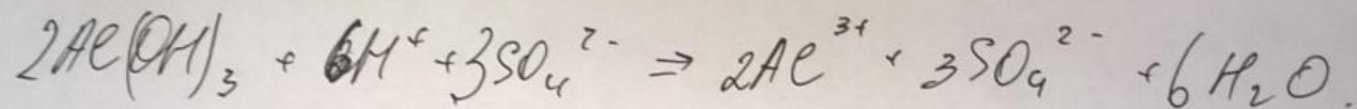
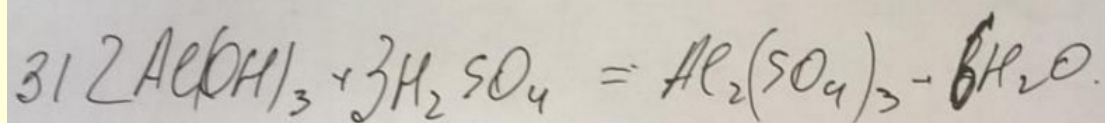
Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: нитрит калия, нитрат натрия, азотная кислота, дихромат калия, ацетат натрия. Допустимо использование водных растворов указанных веществ.



Нитрит калия KNO_2 и ацетат натрия CH_3COONa представляют собой соли слабых кислот. Сильная азотная кислота способна вытеснить более слабые кислоты из их солей. Поэтому возможны следующие реакции ионного обмена:

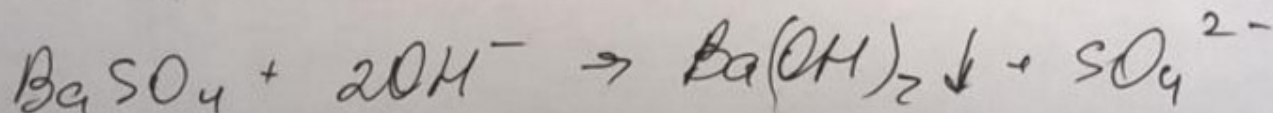
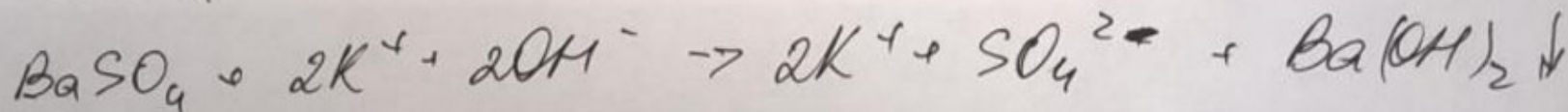
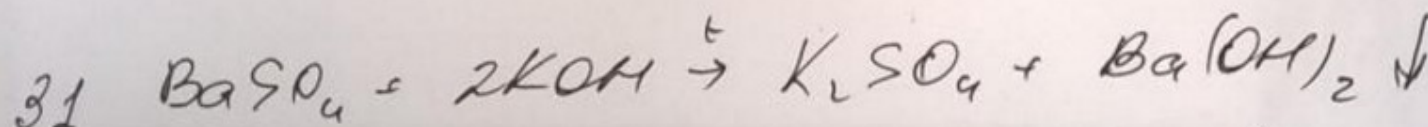


Задание 31



Верный ответ: $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ = \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

Оценка: 1 балл



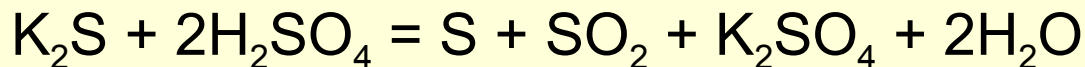
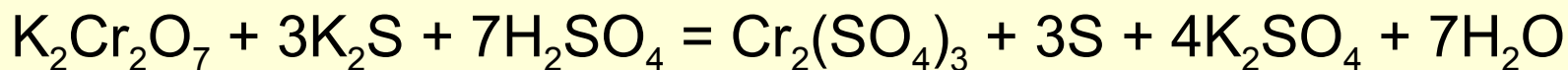
В качестве одного из вступающих в реакцию веществ выбрана нерастворимая в воде соль

Оценка: 0 баллов

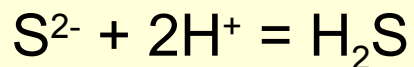
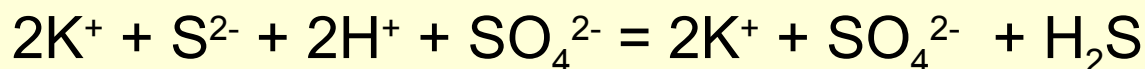
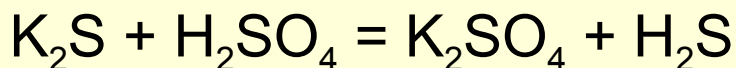
Пример заданий 30 и 31

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: нитрат аммония, дихромат калия, серная кислота, сульфид калия, фторид магния. Допустимо использование водных растворов веществ.

Задание 30, возможные варианты ответа:



Задание 31, вариант ответа:



Примеры заданий 30-31 (для самостоятельной работы)

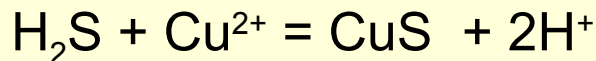
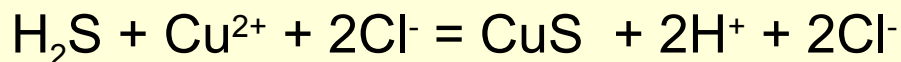
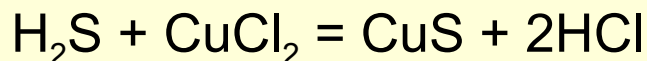
1. Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: иодид калия, серная кислота, гидроксид алюминия, оксид марганца(IV), гидрокарбонат магния. Допустимо использование водных растворов веществ.

2. Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: бром, хлорид бария, оксид серы(IV), фторид натрия, карбонат кальция. Допустимо использование водных растворов веществ.

3. Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: силикат натрия, хромат калия, серная кислота, иодид калия, ацетат магния. Допустимо использование водных растворов веществ.

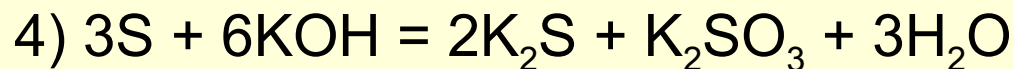
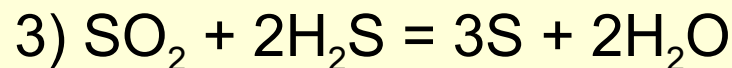
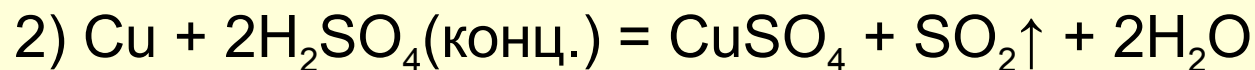
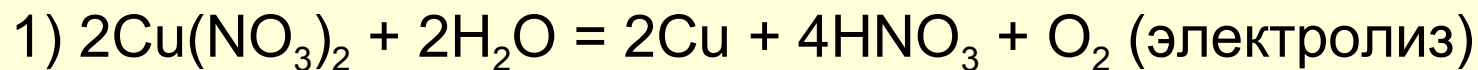
4. Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: концентрированная азотная кислота, сульфат натрия, оксид кремния, сероводород, хлорид меди(II). Допустимо использование водных растворов солей.

Ответ к № 4:
$$\text{H}_2\text{S} + 8\text{HNO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{NO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$$



Задание 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.



(возможно образование $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$)

Подходы к оцениванию задания 32

Каждый из четырёх элементов ответа считать верным если:

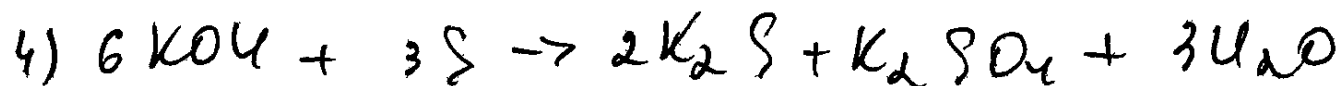
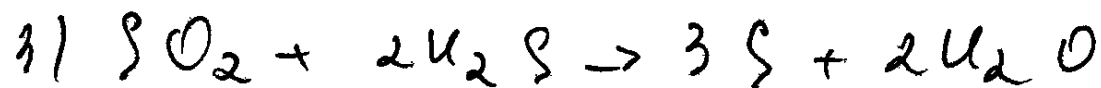
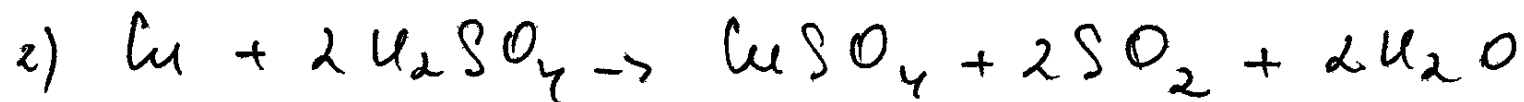
- правильно записаны все формулы веществ – участников реакции;
- указаны все коэффициенты (допустимо использование дробных и удвоенных коэффициентов);

Примечание. При составлении уравнения реакции экзаменуемый **может:**

-**не указывать** условие ее проведения (прокаливание, катализатор), так как они указаны в условии задания;

- **не использовать** обозначения осадка «↓» или газа «↑»

Пример выполнения задания 32



Уравнение 1- пропущен коэффициент перед формулой нитрата меди;

Уравнение 2 – неверный коэффициент перед формулой диоксида серы;

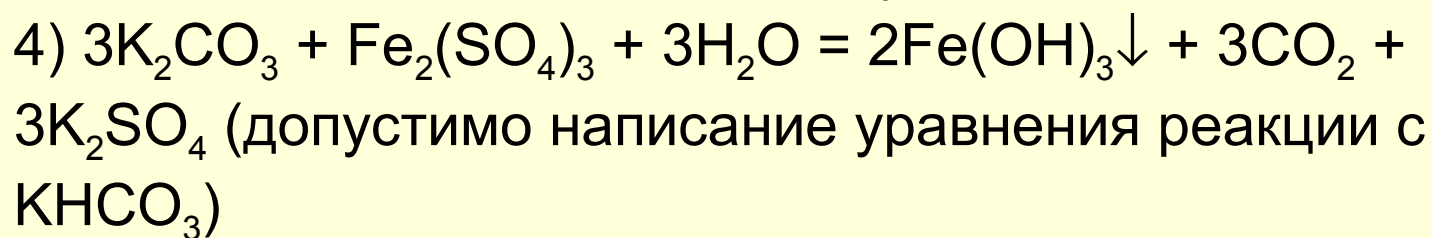
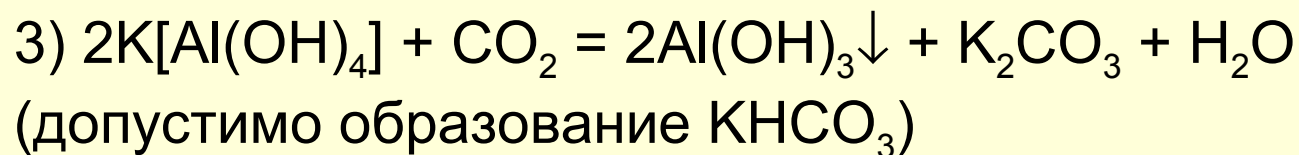
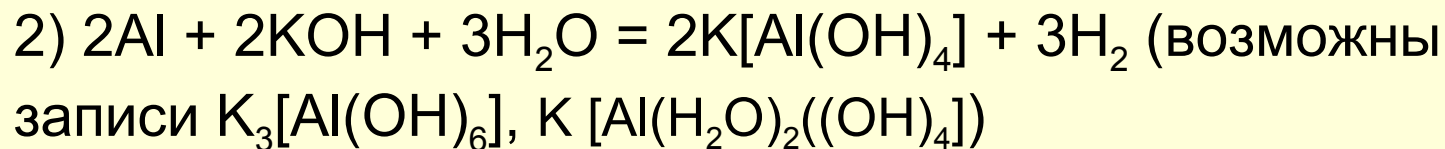
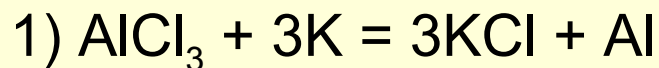
Уравнение 3 записано верно;

Уравнение 4 записано неверно (вместо сульфита калия приведена формула сульфата калия)

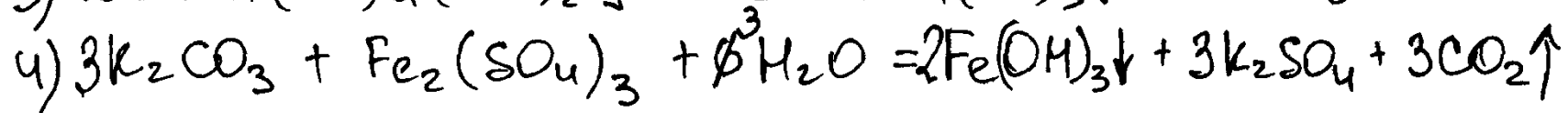
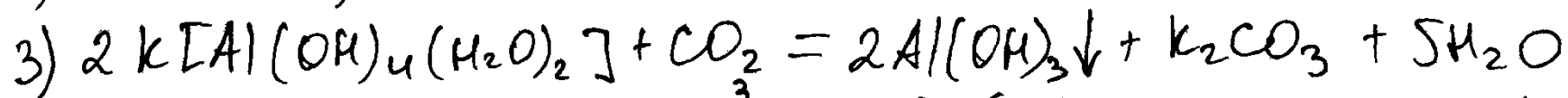
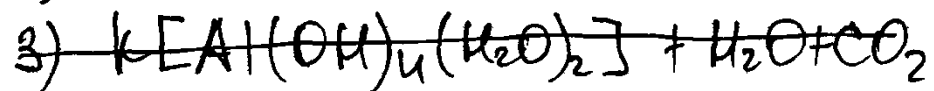
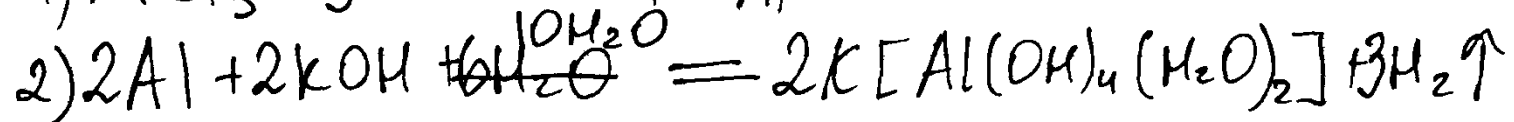
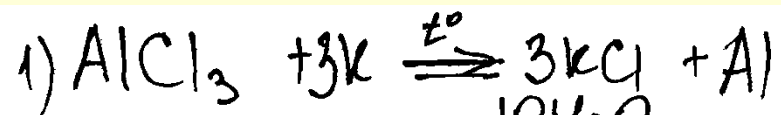
Оценка: 1 балл

Задание 32

Хлорид алюминия нагрели с калием. Полученный в результате металл поместили в раствор гидроксида калия. Через получившийся при этом раствор пропустили углекислый газ, в результате наблюдали образование белого осадка. К оставшемуся после отделения осадка раствору добавили раствор сульфата железа(III). Напишите уравнения четырёх описанных реакций.



Задание 32



Доля выпускников, получивших определенное количество баллов

Балл	0	1	2	3	4
Доля выпускников	22 %	20 %	27 %	13%	18%

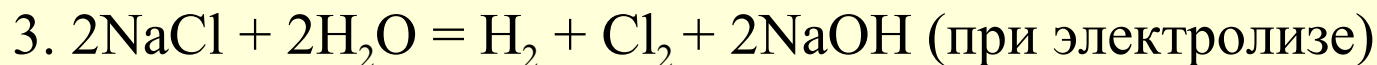
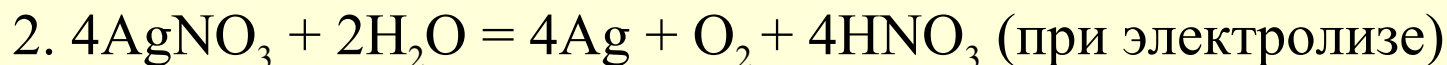
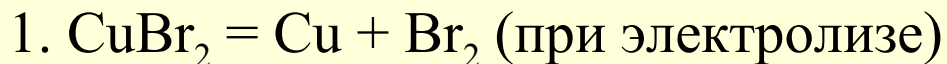
Элементы содержания, проверяемые заданием 32 (см. кодификатор):

	НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ
2.1	Классификация неорганических веществ. Номенклатура неорганических веществ (тривиальная и международная)
2.2	Характерные химические свойства простых веществ – металлов: щелочных, щелочноземельных, алюминия; переходных металлов (меди, цинка, хрома, железа)
2.3	Характерные химические свойства простых веществ – неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния
2.4	Характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных
2.5	Характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов
2.6	Характерные химические свойства кислот
2.7	Характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных; комплексных (на примере соединений алюминия и цинка)
2.8	Взаимосвязь различных классов неорганических веществ

Необходимо проявить умение составлять уравнения реакций, соответствующих всем типам взаимодействия неорганических веществ:

- кислотно-основное взаимодействие;
- реакции ионного обмена;
- окислительно-восстановительные реакции;
- комплексообразование (на примере гидроксокомплексов цинка и алюминия);
- гидролиз (бинарных соединений, совместный гидролиз);
- электролиз расплавов и растворов солей, оксида алюминия.

Примеры уравнений электролиза:

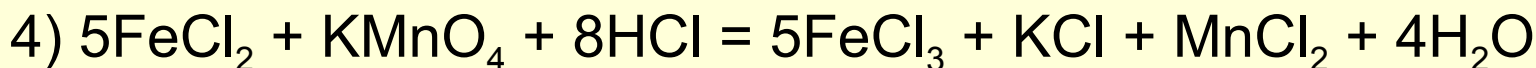
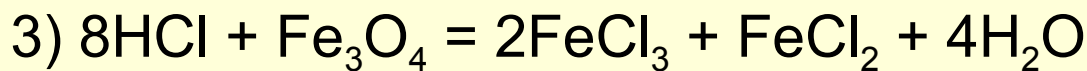
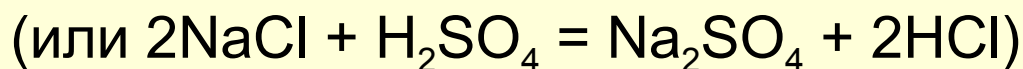
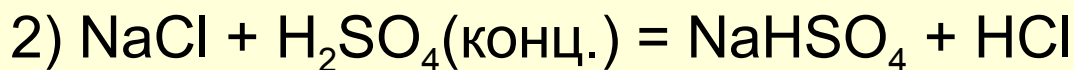
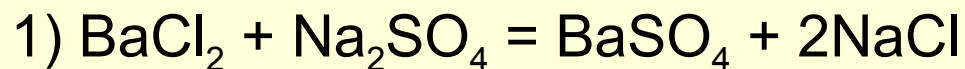


Пример задания 32

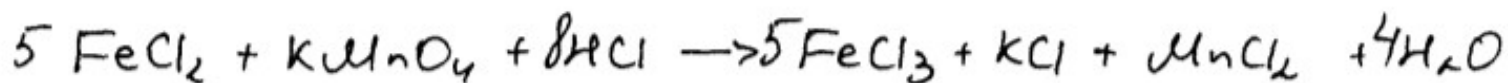
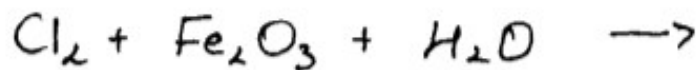
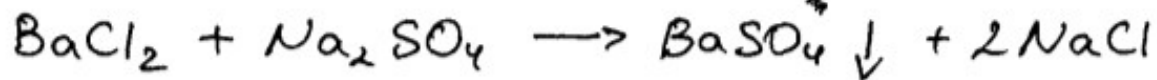
К раствору хлорида бария добавили раствор сульфата натрия. Осадок отделили, а из полученного раствора выделили соль, высушили её и обработали концентрированной серной кислотой. Образовавшийся газ растворили в воде и в полученный раствор поместили железную окалину. Одно из образовавшихся при этом веществ прореагировало с раствором, содержащим перманганат калия и соляную кислоту. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

Вариант ответа

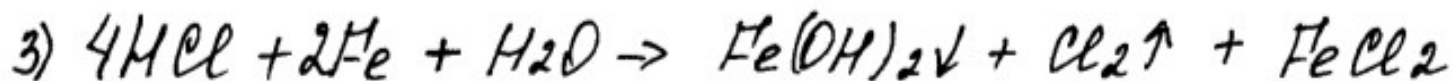
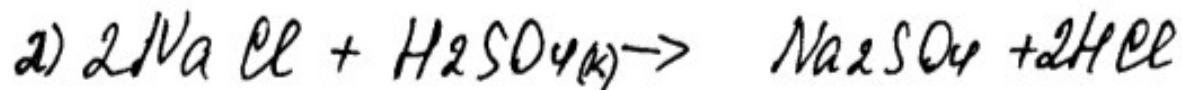
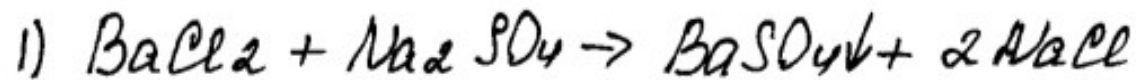
Написаны четыре уравнения описанных реакций:



Примеры выполнения задания 32



2 балла



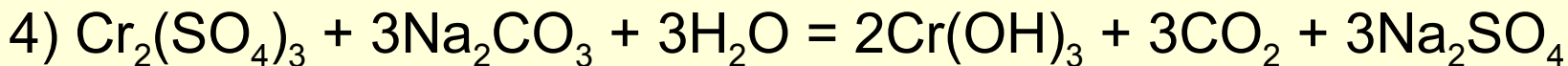
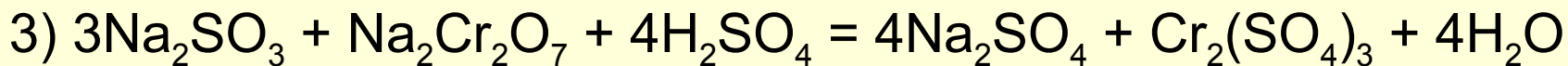
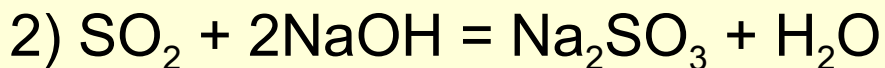
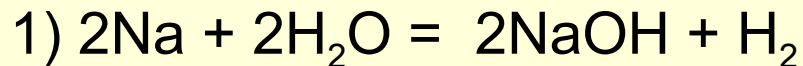
2 балла

Пример задания 32

Натрий прореагировал с водой. Через образовавшийся раствор пропустили оксид серы(IV) до образования средней соли. Полученную при этом соль поместили в раствор, содержащий дихромат натрия и серную кислоту. Образовавшееся при этом соединение хрома вступило в реакцию с раствором карбоната натрия. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

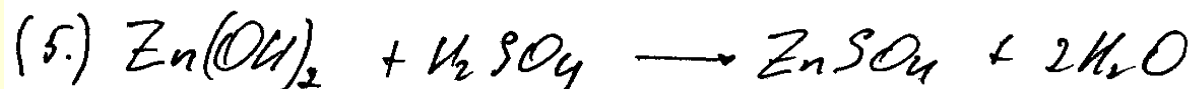
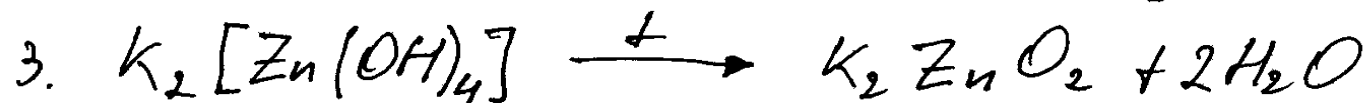
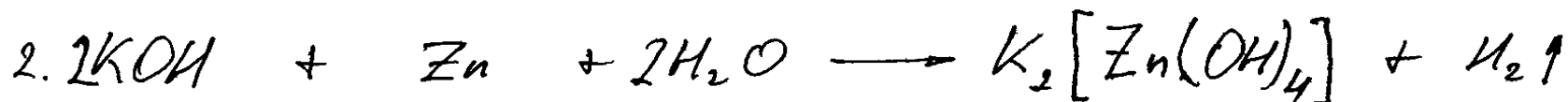
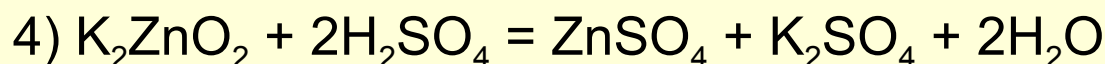
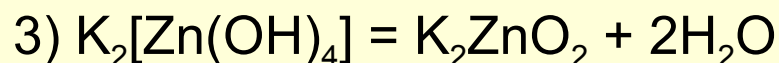
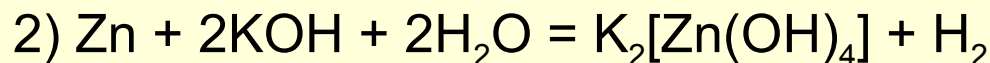
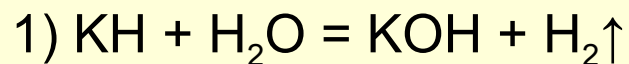
Вариант ответа

Написаны четыре уравнения описанных реакций:



Пример задания 32

Гидрид калия растворили в воде. К полученному раствору добавили порошкообразный цинк. Образовавшийся прозрачный раствор выпарили, а затем прокалили. Сухой остаток **растворили** в серной кислоте. Напишите уравнения четырёх описанных реакций..



Последнее превращение описано двумя реакциями, 3 балла

Примеры заданий 32

(для самостоятельной работы)

1. Натрий прореагировал с водой. Через образовавшийся раствор пропустили газ с неприятным запахом, полученный в результате взаимодействия кальция с концентрированной серной кислотой. Образовавшееся соединение натрия поместили в раствор, содержащий перманганат калия и серную кислоту, при этом образовалось простое вещество.

Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

2. Алюминий сплавляли с серой. Образовавшееся вещество поместили в избыток раствора гидроксида натрия. Одно из полученных при этом веществ выделили и поместили в раствор, содержащий перманганат калия и серную кислоту. Образовавшееся при этом простое вещество прореагировало при нагревании с концентрированным раствором гидроксида калия.

Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

Примеры заданий 32

(для самостоятельной работы)

3. К раствору сульфата железа(II) добавили раствор гидроксида натрия. Образовавшийся при этом осадок отделили и обработали пероксидом водорода, при этом наблюдали изменение цвета осадка. Полученное бурое вещество обработали иодоводородной кислотой. Образовавшееся при этом простое вещество поместили в раствор гидроксида калия и нагрели. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

4. Силицид кальция поместили в воду. Образовавшийся при этом газ прореагировал с кислородом. Полученное твёрдое вещество сплавляли с фосфатом кальция и углеродом. Образовавшееся при этом простое вещество обработали концентрированной азотной кислотой. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.