

**Окислительно-
восстановительные реакции.
Задание 30 ЕГЭ по химии.**

Учитель химии МАОУ «Лицей №9» г.
Пермь
Бондарцова Ксения Владимировна

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
для учителей, подготовленные
на основе анализа типичных ошибок
участников ЕГЭ 2019 года
по ХИМИИ

№ задания	30	31
Средний процент выполнения заданий в 2019 г.	36,8	54,9
Средний процент выполнения заданий в 2018 г.	41,0	60,1

Средний процент выполнения задания 30 в 2019 г.

1-я группа	2-я группа	3-я группа	4-я группа
1,3	16,1	55,5	91,0

Отметим, что успешность выполнения заданий 30 и 31 незначительно снизилась по сравнению с прошлым годом. Также отметим, что задание 30 хорошо дифференцирует участников по уровню подготовки. Аналогичная ситуация наблюдается с заданием 31. Участники с высоким уровнем подготовки уверенно справились с написанием уравнений окислительно-восстановительных реакций, а также реакций ионного обмена, а слабо подготовленные выпускники практически не смогли это сделать.

Источник: http://fipi.ru/sites/default/files/document/1566460019/himiya_2019.pdf

Возможные причины низкого процента выполнения задания 30

- Большой объём необходимых для выполнения задания знаний;
- Разрозненность теоретического материала;
- Отсутствие алгоритма действий при выполнении задания.

- Цель: повысить уровень знаний учащихся в теме окислительно-восстановительные реакции.
- Задачи:
- разобрать основные окислители/восстановители и продукты их восстановления/окисления, оформить в доступной форме (в виде таблицы);
- Потренироваться на заданиях из тренировочных и реальных вариантов ЕГЭ разных лет;
- Отработать алгоритм написания электронного баланса и расстановки коэффициентов.

Для наилучшего усвоения материала, во время просмотра презентации учащиеся заполняют таблицу по окислителям и восстановителям

Окислители			
Элемент (в-во)	Условия	Восстанавливается до	Пример реакции
Простые вещества неметаллы галогены, O ₂		$\text{Cl}_2^0 + 2e^- \rightarrow 2 \cdot \text{Cl}^-$ $\text{Br}_2^0 + 2e^- \rightarrow 2 \cdot \text{Br}^-$ $\text{O}_2^0 + 4e^- \rightarrow 2 \cdot \text{O}^{2-}$	$\text{Br}_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HBr} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
	↑	N ⁺⁴ O ₂	$\text{S} + 6\text{HNO}_3(\text{конц}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{NO}_2$ $\text{CuS} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow \text{CuSO}_4 + 8\text{NO}$

Вид и формулировка задания

30:

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ: перманганат калия, гидрокарбонат натрия, сульфит натрия, сульфат бария, гидроксид калия, пероксид водорода. Допустимо использование водных растворов веществ.

30

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми окислительно-восстановительная реакция протекает с изменением цвета раствора. Выделение осадка или газа в ходе этой реакции не наблюдается. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

<p align="center">Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)</p>	<p align="center">Баллы</p>
<p>Вариант ответа: $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{KOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $\begin{array}{l} 2 \left \text{Mn}^{+7} + \bar{e} \rightarrow \text{Mn}^{+6} \right. \\ 1 \left \text{S}^{+4} - 2\bar{e} \rightarrow \text{S}^{+6} \right. \end{array}$</p> <p>Сульфит натрия (или сера в степени окисления +4) является восстановителем. Перманганат калия (или марганец в степени окисления +7) – окислителем</p>	
<p>Ответ правильный и полный, содержит следующие элементы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выбраны вещества, и записано уравнение окислительно-восстановительной реакции; • составлен электронный баланс, указаны окислитель и восстановитель 	<p align="center">2</p>
<p>Правильно записан один элемент ответа</p>	<p align="center">1</p>
<p>Все элементы ответа записаны неверно</p>	<p align="center">0</p>
<p align="right"><i>Максимальный балл</i></p>	<p align="center">2</p>

Важнейшие окислители

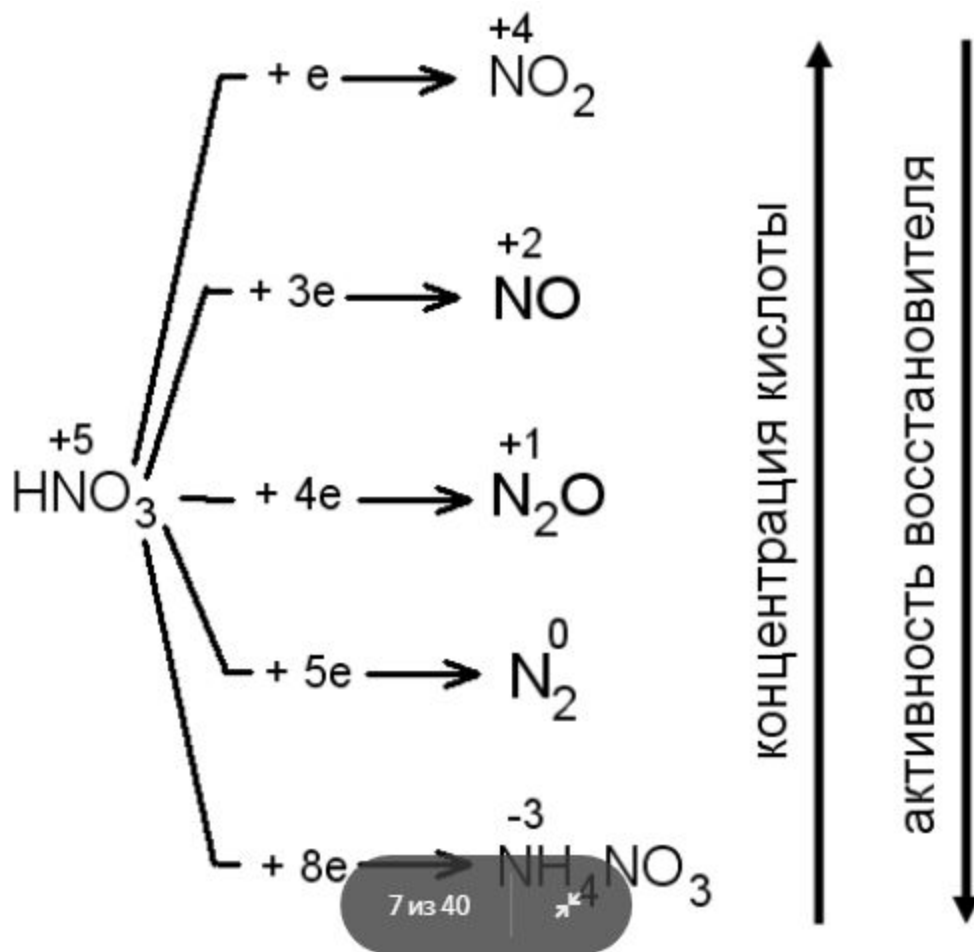
- Cl_2 , Br_2 , O_2 @;
- HN^{+5}O_3 @, $\text{H}_2\text{S}^{+6}\text{O}_4$ (конц.) @;
- $\text{KMn}^{+7}\text{O}_4$, Mn^{+4}O_2 @;
- $\text{K}_2\text{Cr}^{+6}_2\text{O}_7$, $\text{K}_2\text{Cr}^{+6}\text{O}_4$ @;
- KCl^{+1}O , $\text{KCl}^{+5}\text{O}_3$ @;
- H_2O_2 , соединения Fe(III) @

Простые вещества неметаллы в процессе восстановления приобретают низшую степень окисления:

- $\text{Cl}_2^0 + 2\text{e}^- \rightarrow 2 \text{Cl}^-$
- $\text{Br}_2^0 + 2\text{e}^- \rightarrow 2 \text{Br}^-$
- $\text{O}_2^0 + 4\text{e}^- \rightarrow 2 \text{O}^{-2}$



Изменение степени окисления азотной кислоты



Изменение степени окисления азотной кислоты

Концентрация /металлы	Li-Al	Mn-Pb	Cu-Pd
>80% (очень конц.)	$N^{+4}O_2$	$N^{+4}O_2$	$N^{+4}O_2$
45-75% (конц.)	N^{+1}_2O	$N^{+2}O$	$N^{+4}O_2$
10-40% (разб.)	N^0_2	N^{+1}_2O	$N^{+2}O$
<5% (очень разб.)	$N^{-3}H_4NO_3$	N^0_2	-

Al, Fe, Cr, Co, Ni – в концентрированных растворах пассивируются, реакция идёт при t;
 Au, Pt, Ir, Rh – реакция не идёт.

Взаимодействие концентрированной азотной кислоты с неметаллами

- HNO_3 (конц) окисляет углерод, серу и фосфор до высших кислот:
- $\text{S} + 6 \text{HNO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;
- $\text{P} + 5 \text{HNO}_3 = \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

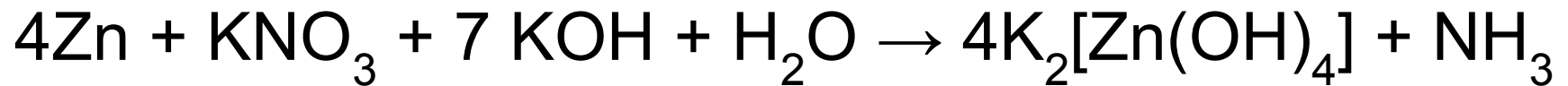
Взаимодействие с сульфидами:



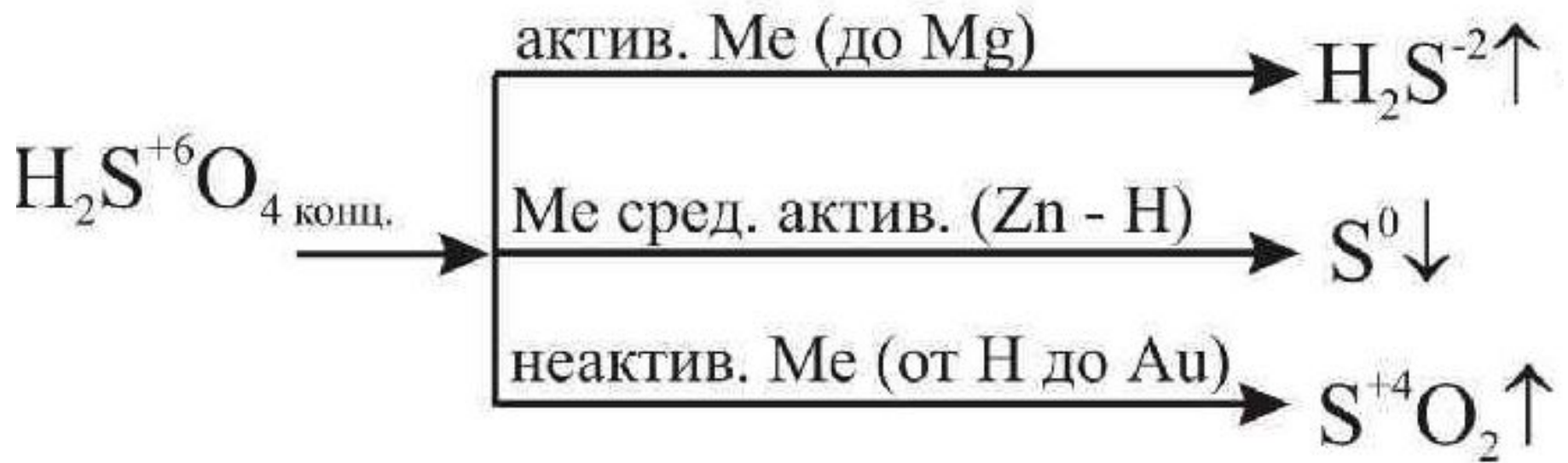
МОЖНО ТАК:



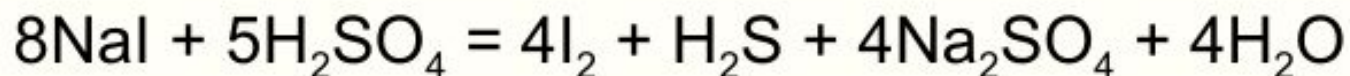
Нитрат-ион проявляет окислительные свойства не только в кислой, но и щелочной среде, при этом в растворах NO_3^- восстанавливается активными металлами до NH_3 :



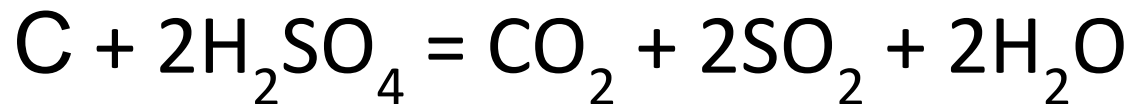
Концентрированная серная кислота с металлами:



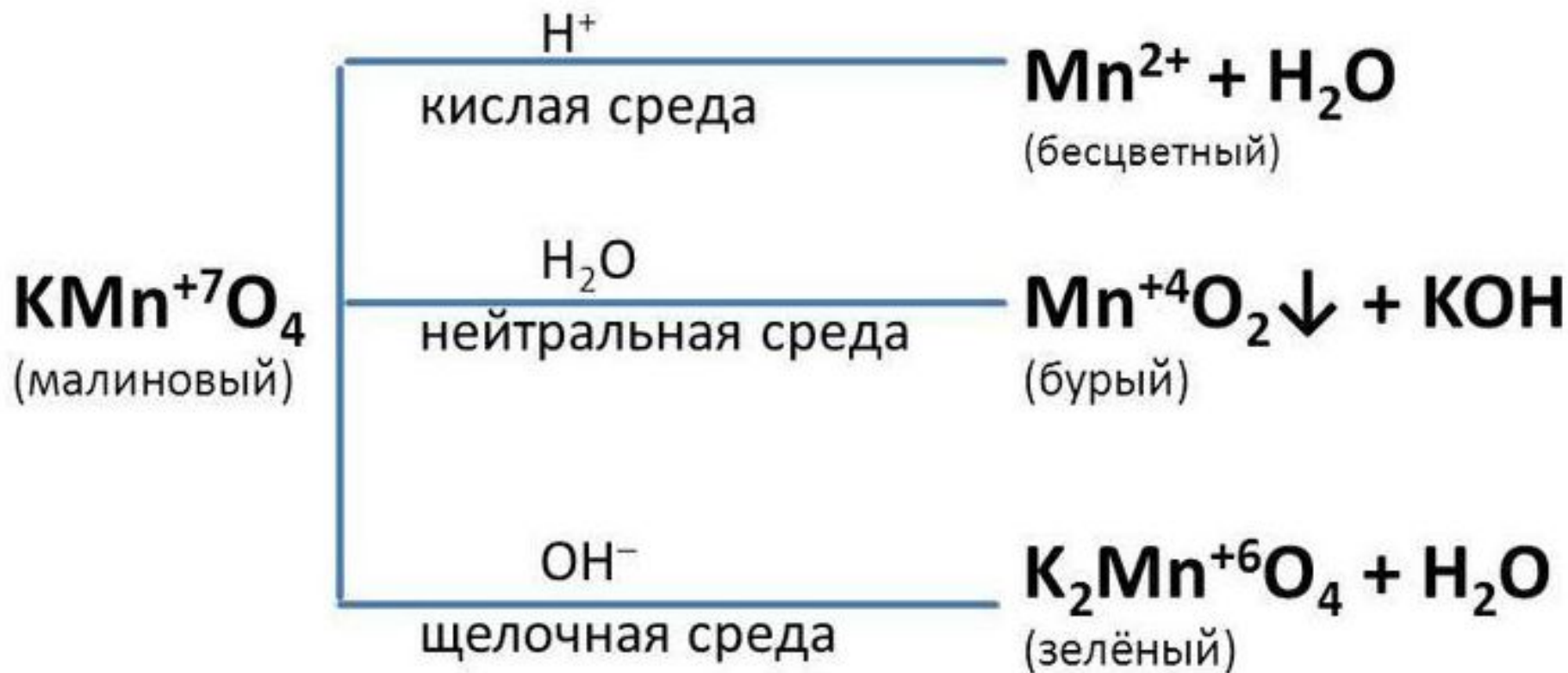
При использовании сильных восстановителей (активных металлов, бромидов, иодидов) возможна запись S и H₂S в качестве продуктов восстановления H₂SO₄, например:



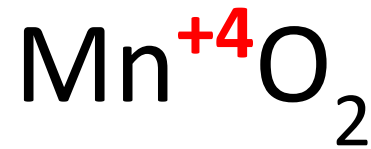
При взаимодействии с углеродом концентрированная серная кислота реагирует с выделением сернистого газа:



Окислительные свойства перманганата калия в зависимости от среды



Окислительные свойства



MnO_2 обычно используют в кислой среде:



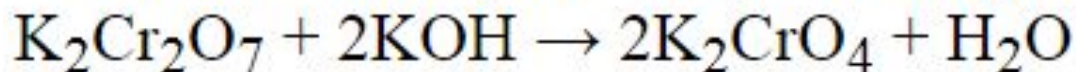
Хромат и дихромат калия

В зависимости от среды хроматы и дихроматы переходят друг в друга:

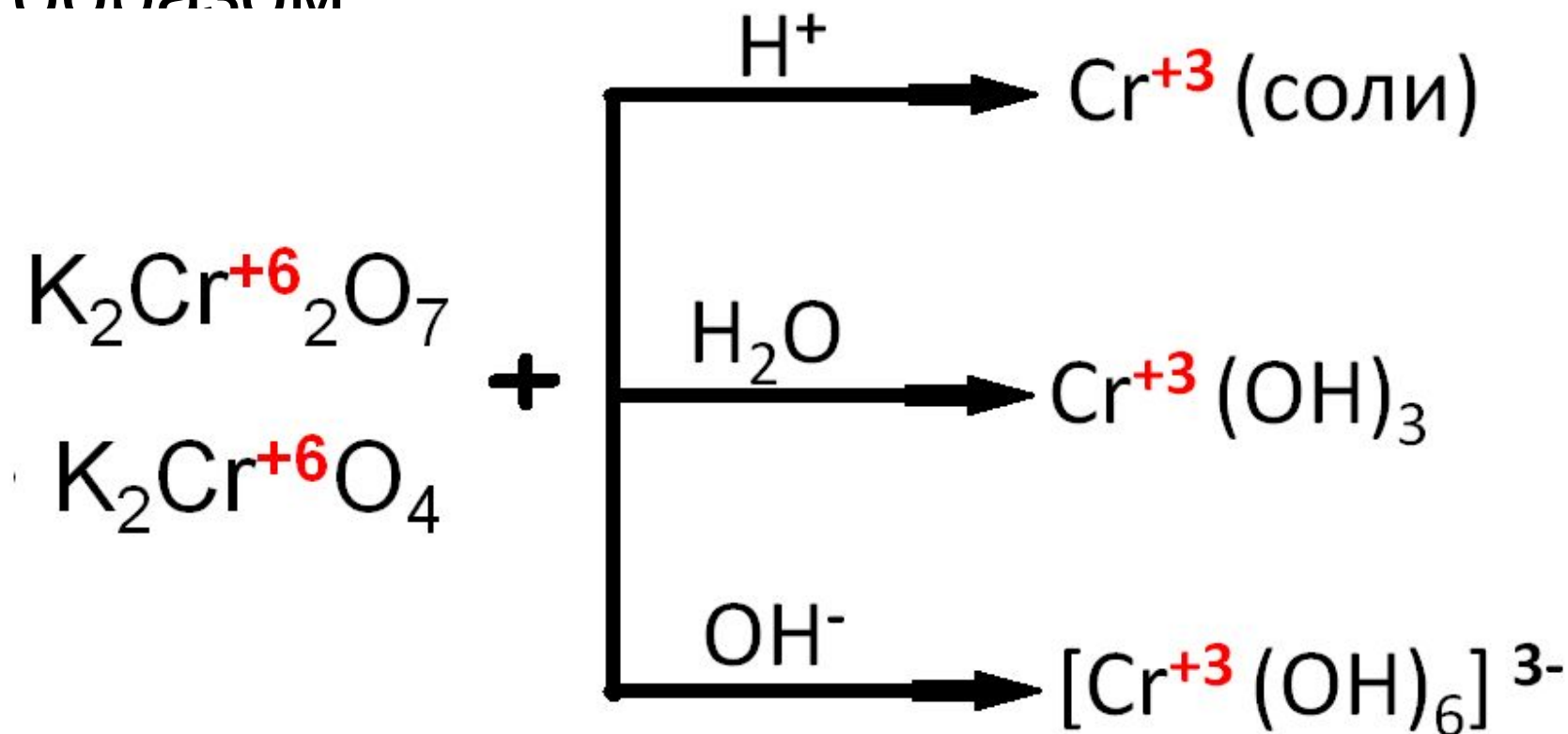
1. В кислой среде хроматы (желтого цвета) превращаются в дихроматы (оранжевого цвета):



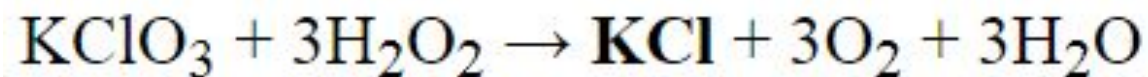
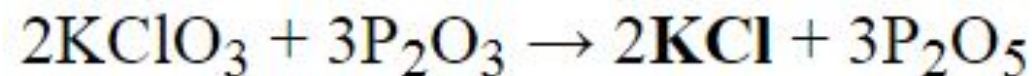
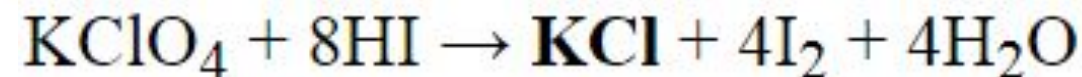
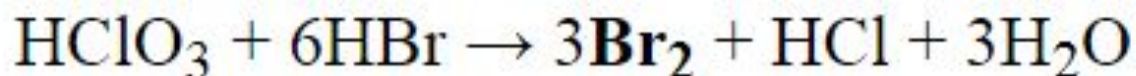
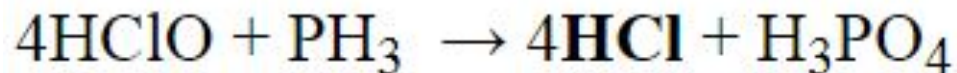
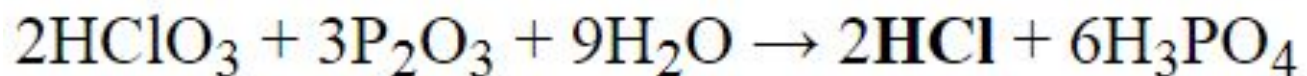
2. В щелочной среде дихроматы превращаются в хроматы:



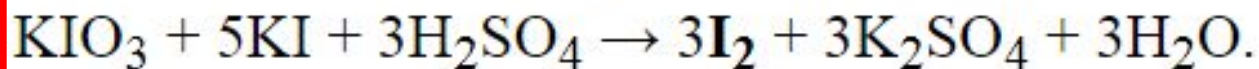
Хромат и дихромат калия в зависимости от среды восстанавливаются следующим образом:



Кислородсодержащие кислоты галогенов и их соли восстанавливаются до степени окисления -1:



Исключение: соединения йода в высоких степенях окисления могут восстанавливаться до I_2 , а не до йодид-иона



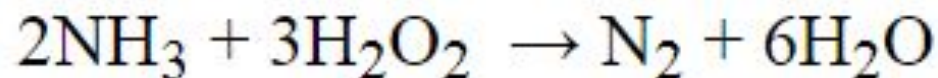
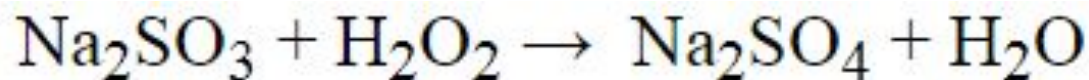
Окислительная способность кислот падает с возрастанием силы кислоты

Кислородные кислоты хлора

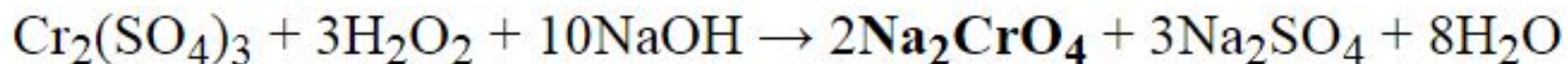
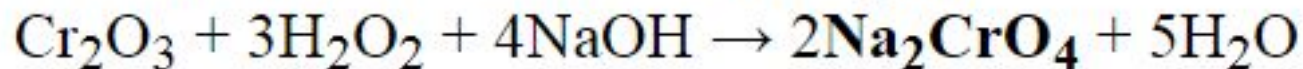
Кислота	Степень окисления хлора	Название кислоты	Название аниона	Сила кислоты (K_d)
HClO	+1	Хлорноватистая	Гипохлорит	Очень слабая ($2,8 \cdot 10^{-8}$)
HClO_2	+3	Хлористая	Хлорит	Слабая ($1,1 \cdot 10^{-2}$)
HClO_3	+5	Хлорноватая	Хлорат	Сильная (~10)
HClO_4	+7	Хлорная	Перхлорат	Очень сильная (10^{10})



H_2O_2 – окислитель в реакциях с иодидами (KI), сульфидами (PbS), нитритами (KNO_2), сульфитами (NaSO_3), соединениями Cr^{+3} – восстанавливается до H_2O



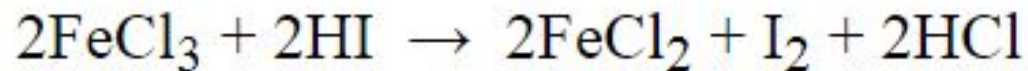
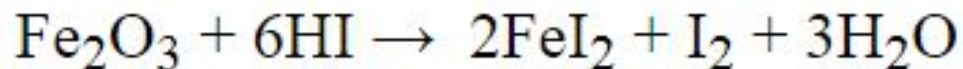
Соединения Cr^{+3} в щелочной среде:



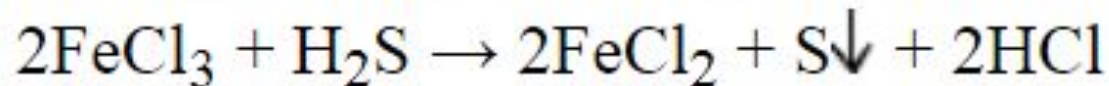
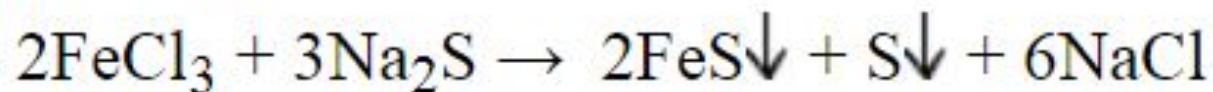
Соединения железа (III)

Соединения Fe^{+3} восстанавливаются до Fe^{+2} в реакциях с такими восстановителями как I^- , S^{-2} , S^{+4} и некоторыми металлами:

Fe^{+3} и I^- :

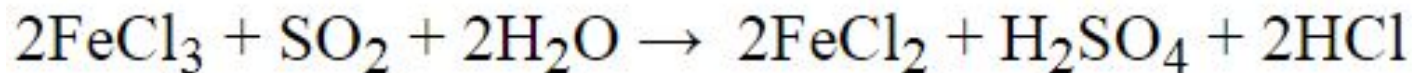
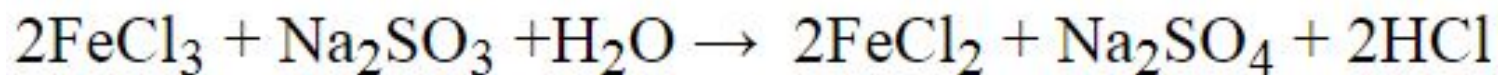


Fe^{+3} и S^{-2} :

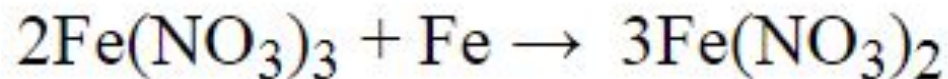


Соединения железа (III)

Fe⁺³ и S⁺⁴:



Fe⁺³ и металл:

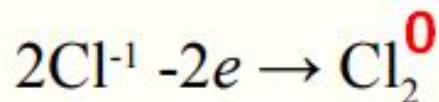
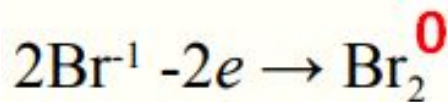
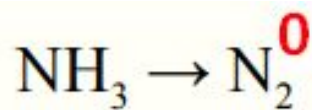
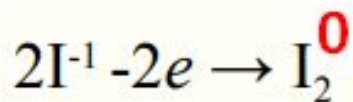


Важнейшие восстановители

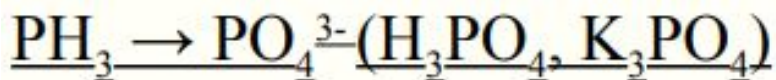
- металлы, неметаллы: S, P, C @;
- Сульфиды (S^{-2}), иодиды (I^{-}), бромиды (Br^{-}), а также H_2S^{-2} , HI^{-} , HBr^{-} , HCl^{-} ,
- $N^{-3}H_3$, $P^{-3}H_3$ @;
- Нитриты ($N^{+4}O_2$), сульфиты ($S^{+4}O_3$);
- соединения Fe(II) @, Cr(III), соединения Cr(II) @, Cu(I);
- H_2 , C, $C^{+2}O$, $H_2O^{-1}_2$ @

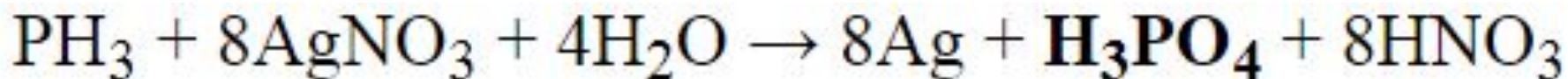
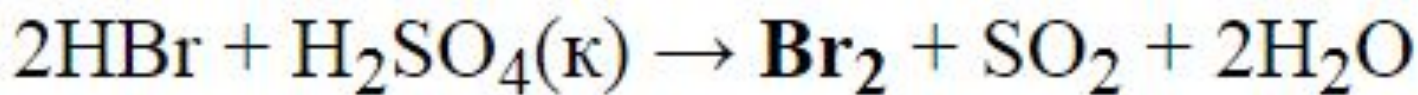
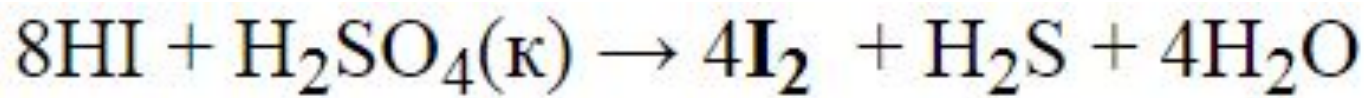
Вещества, в которых элемент находится в низшей степени окисления, такие как сульфиды (S^{-2}), иодиды (I^{-}), бромиды (Br^{-}), а также H_2S^{-2} , HI^{-} , HBr^{-} , HCl^{-} , $N^{-3}H_3$, $P^{-3}H_3$...

- Восстанавливаются до **0** степени окисления, т. е. образуются простые

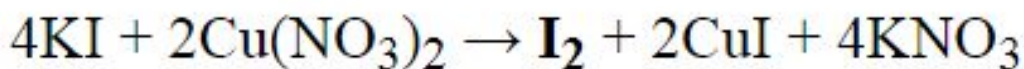
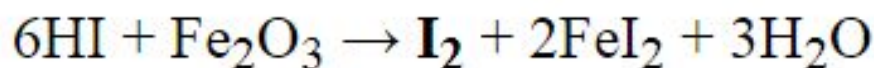
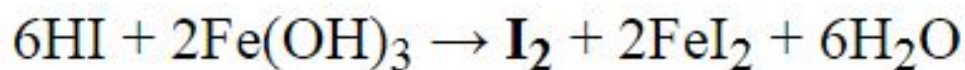


$S^{-2} - 2e \rightarrow S^0$ (при использовании сильных окислителей ($KMnO_4$, K_2CrO_7 , HNO_3 допустима запись H_2SO_4 , сульфатов)

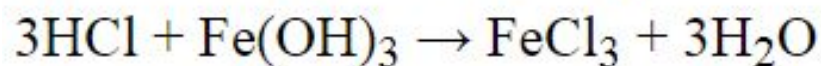
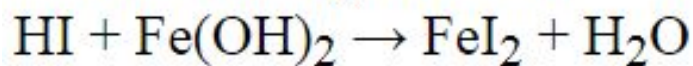




Только HI окисляется соединениями Fe^{+3} и Cu^{+2} :

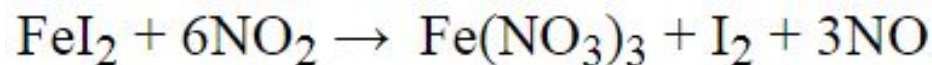


При взаимодействии HI с соединениями Fe^{+2} и Cu^{+1} , а также других галогеноводородов с Fe^{+3} и Cu^{+2} , идут обычные реакции ионного обмена:

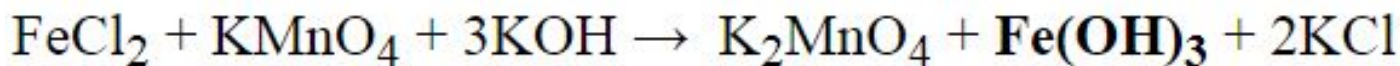


Окисление железа

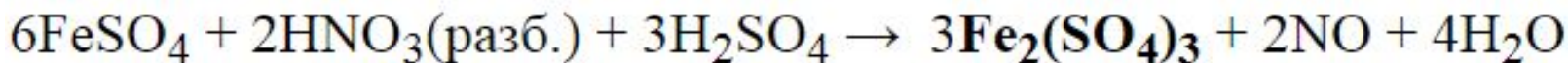
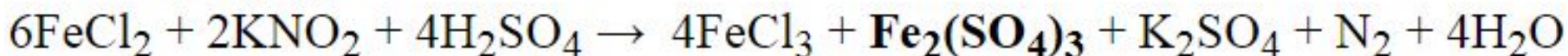
Окисление	Примеры окислителей
$\text{Fe}^{+2} \rightarrow \text{Fe}^{+3}$	С солями-окислителями в кислой или щелочной среде. O_2 , Cl_2 , KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, HNO_3 , KNO_2
$\text{Fe}^0, \text{Fe}^{+2}, \text{Fe}^{+3} \rightarrow \text{Fe}^{+6}$	В щелочной среде. KNO_3 , растворы Cl_2 , Br_2 , NaClO_3 и др.



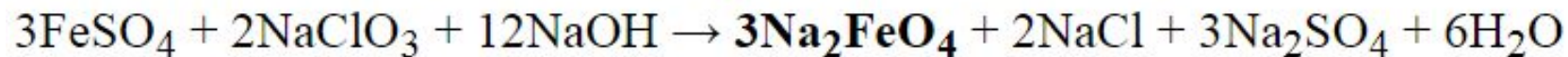
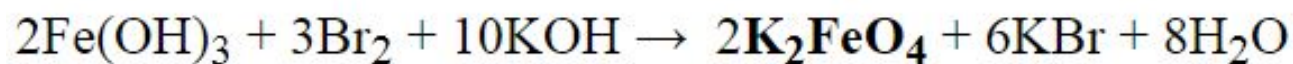
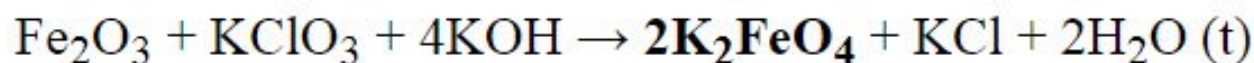
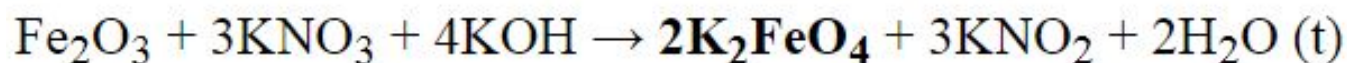
В щелочной среде:



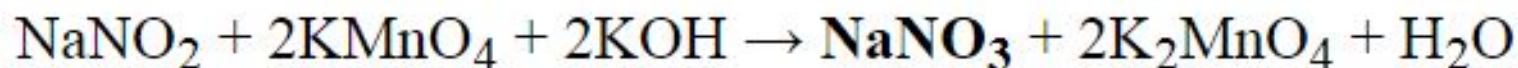
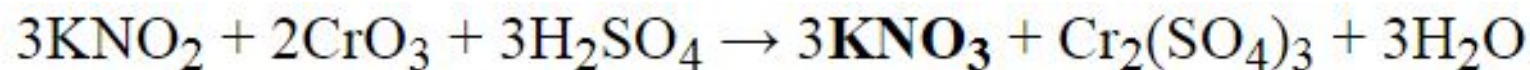
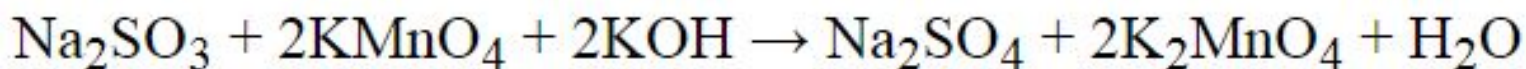
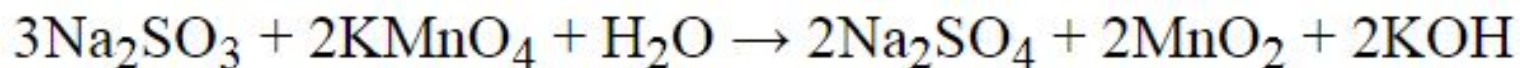
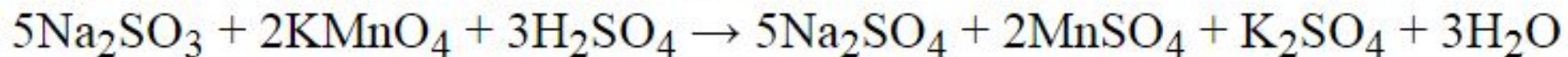
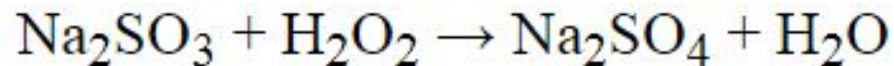
В кислой среде:



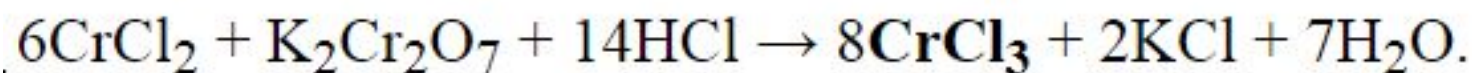
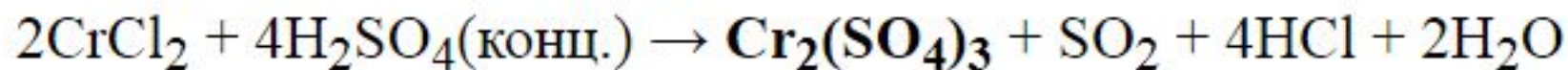
Окисление соединений железа до степени окисления +6 (с образованием ферратов) возможно более сильными окислителями, такими как нитраты щелочных металлов в щелочной среде, хлораты в щелочной среде, раствор брома в щелочи и др:



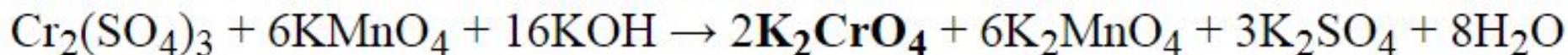
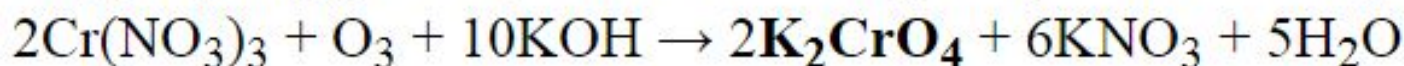
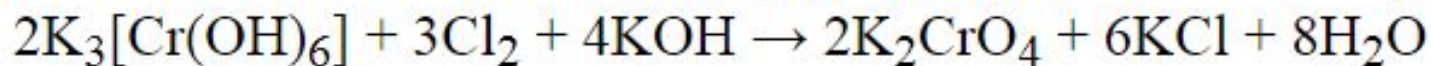
Азот и сера в нитритах и сульфитах приобретают высшую степень окисления



Соединения Cr^{+2} окисляются до соединений Cr^{+3} такими окислителями, как H_2SO_4 (конц), дихроматы или нитриты в кислой среде:

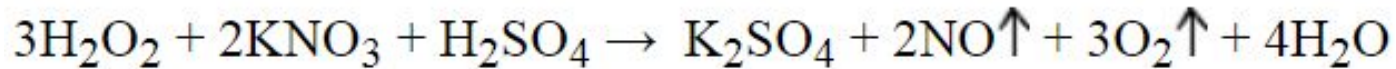
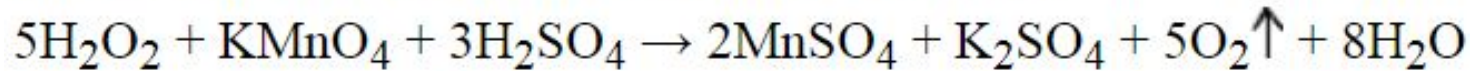


Соединения Cr^{+3} (зеленого цвета) окисляются сильными окислителями в щелочной среде до хроматов с Cr^{+6} (желтого цвета):



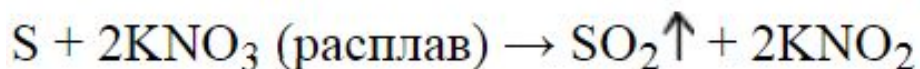
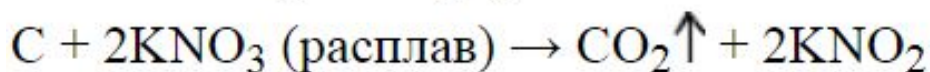
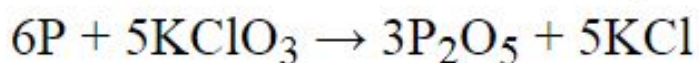
$\text{H}_2\text{O}^{-1}_2$ – окисляется до кислорода.

Перекись водорода окисляется до кислорода O_2 типичными окислителями: KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, галогены, соли кислородсодержащих кислот хлора (например, KClO_3) и некоторыми другими.

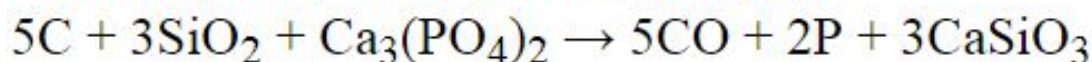


Простые вещества неметаллы

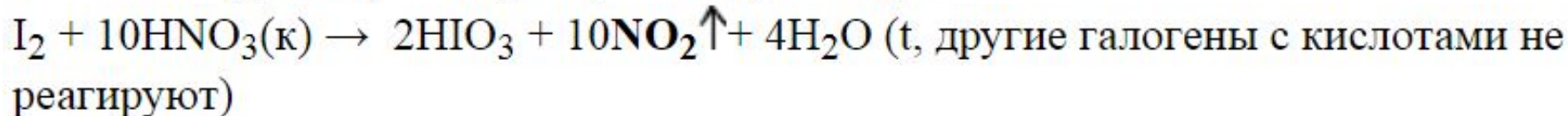
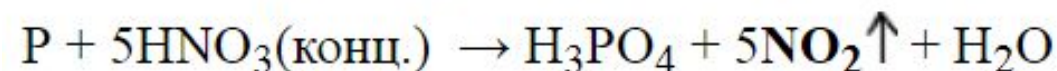
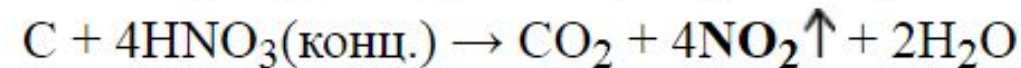
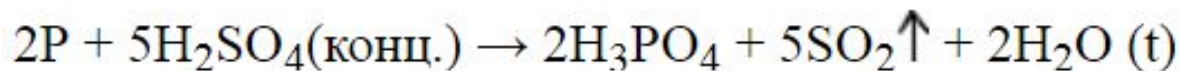
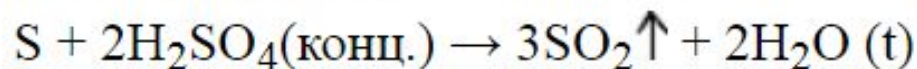
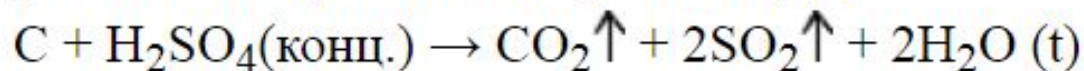
Такие неметаллы, как S, C, P могут реагировать с солями, проявляющими окислительные свойства (KClO_3 , KNO_3 в расплавленном состоянии):



Важная реакция получения фосфора:



Из неметаллов только S, C, и P реагируют с кислотами-окислителями (в рамках ЕГЭ), а также I_2 с HNO_3 (к):



Алгоритм написания ОВР:

- Найти в списке возможные окислители и восстановители;
- Определить есть ли необходимость в указании реактива среды (кислоты, основания);
- Написать уравнение реакции, расставить степени окисления в окислителях, восстановителях и продуктах их взаимодействия;
- Написать электронный баланс, вычислить коэффициенты, согласно отданным и принятым электронам;
- Выписать окислитель и восстановитель с указанием степени окисления.

Примеры заданий

Для выполнения заданий 30,31 используйте следующий перечень веществ:
хлорат калия, серная кислота, карбонат аммония, оксид железа (II), хлорид калия.
Допустимо использование водных растворов.

[30] Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция, и запишите уравнение только одной из возможных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

Для выполнения заданий 30,31 используйте следующий перечень веществ:
перманганат калия, разбавленная соляная кислота, оксид кремния (IV), хлорид железа (II), сульфит бария. Допустимо использование водных растворов.

[30] Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция, и запишите уравнение только одной из возможных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ:
оксид марганца (IV), серная кислота, сульфид меди (II), хлорид калия, гидрокарбонат калия.
Допустимо использование водных растворов.

[30] Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция, и запишите уравнение только одной из возможных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ:
разбавленная азотная кислота, гидроксид железа (II), нитрат меди (II), карбонат кальция, фторид натрия. Допустимо использование водных растворов.

[30] Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция, и запишите уравнение только одной из возможных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ:
дихромат калия, железная окалина, разбавленная серная кислота, хлорид бария, ацетат аммония. Допустимо использование водных растворов.

[30] Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция, и запишите уравнение только одной из возможных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ:
пероксид водорода, нитрат серебра, гидроксид натрия, оксид хрома (III), фторид аммония.
Допустимо использование водных растворов.

[30] Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция, и запишите уравнение только одной из возможных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ:
разбавленная серная кислота, сульфит натрия, дихромат натрия, углекислый газ, фосфин.
Допустимо использование водных растворов веществ.

[30] Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция, и запишите уравнение только одной из возможных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

Для выполнения заданий 30, 31 используйте следующий перечень веществ:
марганцовая кислота, фторид натрия, углекислый газ, нитрат бария, пероксид натрия.
Допустимо использование водных растворов.

[30] Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция, и запишите уравнение только одной из возможных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

Для выполнения задания используйте следующий перечень веществ: гипохлорит калия, гидроксид калия, сульфат железа (III), оксид хрома (III), оксид магния. Допустимо использование водных растворов.

Полезные ссылки:

- https://chemrise.ru/theory/rules_chromium_11
- https://internat.msu.ru/media/uploads/2012/05/Vebinar-MGU_13_04_2018_1-StahanovaS.V.pdf
- https://vk.com/chemistry_100